

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
Брянский государственный аграрный университет

КОВАЛЕВ Б.И., КОВАЛЕВ Р.Б.

# **НОКСОЛОГИЯ**

Брянск 2018

УДК 504.05 (07)  
ББК 20.1  
К 56

Ковалев, Б. И. **Ноксология**: учебное пособие для студентов направления подготовки «Техносферная безопасность», «Агроинженерия» / Б. И. Ковалев, Р. Б. Ковалев. - Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2018. – 371 с.

ISBN – 978-5-88517-295-0

Ноксология рассматривается на основе действующей и современной нормативной базы. Характеризуются понятие и принципы ноксологии, опасности, основные потоки современного мира, поле опасностей, взаимодействие человека и окружающей среды. Рассматриваются вопросы комплексного воздействия модифицирующих факторов, биосферной совместимости растительных экосистем и техносферы. Анализируется понятие неопределенности и риска, их виды, методы анализа, управление рисками и их оценка, приводятся классификации опасностей и рисков. Большое внимание в работе уделено подробной характеристике опасностей различного генеза. Рассмотрены социальные, антропогенные, производственные, техногенные, биологические, природные и пирогенные опасности. Природные опасности проанализированы по структурным составляющим природной среды и охарактеризованы негативные воздействия на атмосферу, гидросферу и литосферу. Описаны опасности вредных веществ, отходов производства и потребления, современные особенности военных конфликтов и опасности применяемых в них различных видов оружия. Изложены опасности, характерные для современных условий - информационные, генно-инженерная деятельность, качество пищевых продуктов. Рассматриваются вопросы чрезвычайных ситуаций, возникших вследствие реализации опасностей, безопасности технических средств и процессов, надежности и работоспособности техники.

Учебное пособие предназначено для использования в учебном процессе и специалистами различных отраслей экономики.

Рецензенты:

**А.М. Буглаев**, доктор технических наук, профессор  
Брянский государственный технический университет

**В.Ф. Василенков**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
Брянский государственный аграрный университет

*Рекомендовано к изданию решением методической комиссией Брянского ГАУ, протокол № 7 от 21 февраля 2018 года.*

ISBN – 978-5-88517-295-0

© Ковалев Б.И., 2018  
© Ковалев Р.Б., 2018  
© Брянский ГАУ, 2018

## Оглавление

Введение	6
<b>Глава 1. Понятия и принципы ноксологии</b>	8
1.1. Понятие ноксологии	8
1.2. Принципы ноксологии	10
<b>Глава 2. Понятие опасности и основные потоки современного мира</b>	13
2.1. Понятие и аксиомы опасности	13
2.2. Основные потоки современного мира и внешние воздействия	16
<b>Глава 3. Человек и окружающая среда</b>	18
3.1. Закон толерантности	18
3.2. Взаимодействие человека с окружающей средой	20
3.3. Сенсорные системы	25
<b>Глава 4. Поле опасностей</b>	33
4.1. Поле опасностей и опасности различных уровней	33
4.2. Закономерности комплексного воздействия модифицирующих факторов	35
4.3. Биосферная совместимость растительных экосистем и техносферы	36
<b>Глава 5. Понятие неопределенности и риска</b>	39
5.1. Неопределенность и виды рисков	39
5.2. Анализ рисков	45
5.3. Концепция приемлемого риска	51
5.4. Управление рисками	53
5.5. Оценка риска на различных стадиях жизненного цикла	59
5.6. Управление пожарным риском на предприятии	63
5.7. Количественная оценка пожарного риска	67
<b>Глава 6. Классификация опасностей и рисков</b>	74
6.1. Классификация опасностей	74
6.2. Классификация рисков	77
6.3. Виды ущерба от реализации опасностей	82
<b>Глава 7. Социальные опасности</b>	86
<b>Глава 8. Антропогенные опасности и характеристика трудового процесса</b>	97
8.1. Совместимость характеристик среды и человека	97
8.2. Тяжесть труда	103
8.3. Напряженность труда	110
<b>Глава 9. Производственные и техногенные опасности</b>	123
9.1. Опасные и вредные производственные факторы	123
9.2. Основные формы трудовой деятельности	129

9.3. Техногенные опасности	132
9.4. Негативные факторы реализации техногенных опасностей	149
<b>Глава 10. Опасности вредных веществ</b>	151
<b>Глава 11. Биологические опасности</b>	155
<b>Глава 12. Природные опасности</b>	162
12.1. Общие положения	162
12.2. Литосферные опасности	163
12.3. Гидрологические опасности	170
12.4. Опасности изменения климата	172
12.5. Опасные температурные явления	176
12.6. Опасности примесей и конденсата в воздухе	179
12.7. Опасные явления атмосферных осадков	184
12.8. Опасности электричества облаков и осадков	187
12.9. Опасности наземных гидрометеоров	191
12.10. Опасности движения воздушных масс в атмосфере	196
12.11. Опасности электромагнитных излучений в атмосфере	201
12.12. Разрушение озонового слоя земли	206
<b>Глава 13. Негативные воздействия на атмосферу</b>	208
<b>Глава 14. Негативные воздействия на гидросферу</b>	216
<b>Глава 15. Негативные воздействия на литосферу</b>	233
<b>Глава 16. Пирогенные опасности</b>	246
16.1. Понятие природных, техносферных и переходных видов пожаров	246
16.2. Опасные факторы природных пожаров	247
16.3. Опасные факторы техносферных пожаров	257
16.4. Взаимная модификация природных и техносферных пожаров	259
16.5. Опасные факторы пожаров на загрязненных радионуклидами территориях	263
<b>Глава 17. Опасности отходов производства и потребления</b>	266
17.1. Классификация отходов	266
17.2. Обращение с отходами	268
17.3. Нормирование размещения отходов	275
17.4. Предотвращение негативного воздействия отходов на человека	278
<b>Глава 18. Опасности военных конфликтов</b>	284
18.1. Особенности современных военных конфликтов	284
18.2. Ядерное оружие и его поражающие факторы	288
18.3. Химическое оружие и его поражающие факторы	299
18.4. Биологическое оружие и его поражающие факторы	308
18.5. Обычные средства поражения и высокоточное оружие	311
18.6. Оружие на новых физических принципах	318

18.7. Средства нелетального поражения людей	321
18.8. Информационно-психологическое оружие	323
<b>Глава 19. Информационная безопасность</b>	326
<b>Глава 20. Генно-инженерная деятельность</b>	332
<b>Глава 21. Качество пищевых продуктов и органическая продукция</b>	335
21.1. Качество пищевых продуктов	335
21.2. Особенности выращивания продукции органического производства на неиспользуемых сельскохозяйственных землях	338
<b>Глава 22. Чрезвычайные ситуации, возникшие вследствие реализации опасностей</b>	343
<b>Глава 23. Безопасность технических средств и процессов, надежность и работоспособность техники</b>	351
23.1. Безопасность технических средств и процессов	351
23.2. Надежность и работоспособность техники	355
Заключение	360
Список использованных источников	361

## ВВЕДЕНИЕ

Перед человеком постоянно стоит задача безопасности своего существования, сохранения окружающей среды при постоянном развитии техносферы. Повышение уровня удовлетворения человечеством своих социально-экономических потребностей, защиты от естественных опасностей и при военных конфликтах, требует постоянного совершенствования техники и технологии, что приводит к постоянному росту уровня опасностей, связанных с их использованием. Многие стихийные процессы и явления, возникающие в природе, часто сопровождаются негативным взаимодействием с объектами техносферы. В таких случаях комплексное влияние при реализации опасностей на людей и окружающую среду усиливается. Влияние избыточных потоков вещества, энергии и информации обуславливает рост номенклатуры опасностей, уровня и масштабов их воздействия. Формируются новые опасности, условия деятельности человека превышают возможности функциональных и сенсорных систем организма. Виды и количество стихийных природных явлений показывают устойчивую тенденцию к их росту. Воздействие деятельности человека и естественных факторов становится все более разрушительным и приводит к все возрастающему ущербу. Все это обуславливает необходимость решения задач по распознаванию, оценке и прогнозированию последствий реализации опасностей, оказывающих модифицирующее действие на человека, техносферу и окружающую среду.

Вопросы защиты человека от опасностей различного генеза изучает ряд научных дисциплин, из которых наиболее важными являются «Экологическая безопасность» и «Безопасность жизнедеятельности». Экологическая безопасность рассматривает вопросы состояния защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного, техногенного характера и их последствий. В основе другой дисциплины «Безопасность жизнедеятельности» лежит безопасность — состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью исключено проявление опасностей, или отсутствие чрезмерной опасности и жизнедеятельность - способ существования или повседневной деятельности человека. Вопросы, изучаемые этими дисциплинами, базируются на знании опасностей окружающего человека мира, то есть на области научного знания, рассматриваемой ноксологией.

Изучение и последующее применение теоретических и практических знаний об опасностях окружающего мира, принципов обеспе-

чения безопасности, готовности к реализации этих знаний в процессе жизнедеятельности, осознании приоритетов задач по сохранению жизни и здоровья человека, и окружающей среды является целью изучения дисциплины «Ноксология».

Задачи дисциплины «Ноксология» заключаются в получении представления об опасностях современного мира и их негативном влиянии на человека и окружающую среду, формировании критериев и методов оценки опасностей, установлении источников и зон влияния опасностей, изучении базисных основ для анализа источников опасности, представлении направлений и способов защиты человека и окружающей среды от опасностей.

Настоящее учебное пособие по курсу «Ноксология», составлено на основании действующих нормативных документов, литературных источников и исследований автора. Перечень использованных литературных источников приведен в списке литературы. Учебное пособие предназначено для изучения теоретических и практических аспектов ноксологии.

# ГЛАВА 1. ПОНЯТИЯ И ПРИНЦИПЫ НОКСОЛОГИИ

## 1.1. Понятие ноксологии

Ноксология (*греч. ноксо – опасность* лат. *noxius* - вредный, греч. *logos* - учение) изучает опасности потоков вещества, энергии и информации материального мира для человека и окружающей среды [72]. Территориальной характеристикой в ноксологии является понятие ноксосфера - область возникновения, развития и действия опасностей.

Центральным понятием в ноксологии является опасность - явления, процессы, объекты, свойства предметов, способные в определенных условиях оказать негативное воздействие на человека и окружающую среду. Опасность хранят все системы, имеющие энергию, химически или биологически активные компоненты, а также характеристики, несоответствующие условиям жизнедеятельности человека. Опасности носят потенциальный характер. Реализация опасностей происходит при определенных условиях, называемых причинами. Причина - событие, предшествующее и вызывающее другое событие, которое является следствием. Признаками, определяющими опасность, являются: угроза для жизни; возможность нанесения ущерба здоровью; нарушение условий нормального функционирования органов и систем человека. Опасность — понятие относительное. Система (совокупность элементов, взаимодействие между которыми адекватно цели) включающая опасность — причины — нежелательные следствия, представляет собой процесс развития, реализующий потенциальную опасность в реальные отрицательные последствия. Наиболее часто этот процесс включает комплекс причин. Одна и та же опасность может реализоваться в негативное воздействие через разные причины.

Безопасность — состояние деятельности, при котором с определенной вероятностью исключено проявление опасностей, или отсутствие чрезмерной опасности. В ноксологии понятие безопасность является антонимом термина опасность, обеспечивая условия, при которых минимизировано или отсутствует негативное влияние на человека и природу.

Деятельность — специфическая человеческая форма активного отношения к окружающему миру, содержание которой составляет ее целесообразное изменение и преобразование. Всякая деятельность включает в себя цель, средство, результат и сам процесс деятельности. Формы деятельности многообразны и охватывают все сферы жизни. Условия деятельности — совокупность факторов среды обитания, воздействующих на человека и которые могут привести к изменению

здоровья. Здоровье - это естественное состояние организма, которое характеризуется его уравновешенностью с окружающей средой и отсутствием каких-либо болезненных изменений. Данный показатель свидетельствует об отсутствии отрицательного влияния на организм. При этом оценка модификации здоровья в результате влияния опасностей должна выполняться как в момент воздействия, так и будущем. Ущерб здоровью - это заболевание, травмирование, следствием которого может стать летальный исход, инвалидность.

Человек входит как составная часть в структурную схему четырех постоянно взаимодействующих систем: человек – техносфера – окружающая среда - космос. Космос и окружающая среда обладают рядом факторов, негативно влияющих на человека. Техносфера защищая от них, сама может оказывать отрицательное влияние на человека и окружающую среду.

Окружающая среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Природная среда (природа) - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов. Компоненты природной среды - земля, недра, почвы, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительный, животный мир и иные организмы, а также озоновый слой атмосферы и околоземное космическое пространство, обеспечивающие в совокупности благоприятные условия для существования жизни на Земле. Природный объект - естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства. Природно-антропогенный объект - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение. Антропогенный объект - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов. Естественная экологическая система - объективно существующая часть природной среды, которая имеет пространственно-территориальные границы и в которой живые (растения, животные и другие организмы) и неживые ее элементы взаимодействуют, как единое функциональное целое и связаны между собой обменом веществом и энергией [23].

Одной из структурных составляющих окружающей среды является растительная экосистема, представляющую собой пространственно - временную, естественно развивающуюся или искусственно созданную и регулярно поддерживаемую человеком экосистему, имею-

щую различную однородность, целостную совокупность природных и (или) искусственных компонентов, находящихся с внутренней и внешней средой во взаимосвязи, определяемой уровнем ее деградации. К другой важной составляющей окружающей среды относится техносфера. Техносфера - часть окружающей среды, представляющая совокупность естественных и измененных, искусственно созданных человеком объектов и систем, становящихся частью ноосферы и предназначенных для обеспечения его социальных потребностей и жизнедеятельности [80,87].

Таким образом, ноксология - это отрасль знаний о реализованных и потенциальных опасностях космоса, окружающей среды и их составной части техносферы, идентификации опасностей и их последствий, проявившихся в момент реализации опасности и в будущем, способах защиты от них и минимизации наносимого ущерба.

### **1.2. Принципы ноксологии**

Принципы, реализуемые в ноксологии, являются базовой основой построения системы защиты от опасностей, обуславливающей недопущение негативного воздействия на человека и окружающую среду. Объектами применения принципов ноксологии в защите от негативного воздействия опасностей являются человек, компоненты природной среды, природные объекты и природные комплексы.

Негативное воздействие на человека и окружающую среду опасностей различного генеза это воздействие процессов хозяйственной и иной деятельности, природных процессов, эффектов, явлений или сочетания воздействий вещества и (или) энергии, последствия, свойства, местоположение или количество которых приводят или могут привести к ухудшению качества жизни человека и окружающей среды.

Научные знания в ноксологии должны базироваться на основе следующих принципов:

- соблюдение права человека на благоприятные условия его жизнедеятельности и благоприятную окружающую среду;

- научно обоснованное сочетание экологических, экономических и социальных интересов человека, общества и государства в целях обеспечения устойчивого развития, идентификации опасностей, защиты и минимизации наносимого ущерба от них;

- ответственность органов власти различных уровней за обеспечением благоприятных условий жизнедеятельности человека и окружающей среды на соответствующих территориях;

- возмещение вреда человеку и окружающей среде;

- презумпция (предположение, признаваемое истинным, пока не

доказано обратное) постоянной опасности материального мира в хозяйственной и иной деятельности;

- невозможность абсолютной безопасности человека и целостности окружающей среды, на которую постоянно оказывается внешнее воздействие;

- обязательность оценки опасности при принятии решений об осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

- обязательность проведения проверки проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на человека и (или) окружающую среду;

- учет природных, экологических и социально-экономических особенностей территорий при планировании и осуществлении хозяйственной и иной деятельности;

- допустимость воздействия хозяйственной и иной деятельности на человека и (или) окружающую среду;

- обеспечение снижения негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности на человека и окружающую среду, которого можно достигнуть за счет снижения значимости опасностей, применения защитных мер, использования наилучших доступных и природоподобных технологий;

- обязательность участия в деятельности по безопасности жизнедеятельности и охране окружающей среды органов власти всех уровней, общественных объединений и некоммерческих организаций, юридических и физических лиц;

- охрана, сохранение, воспроизводство и рациональное использование структурных составляющих окружающей среды;

- обеспечение сочетания общего и индивидуального подходов к установлению мер государственного регулирования в области жизнедеятельности и охраны окружающей среды, применяемых к организациям, осуществляющим хозяйственную и (или) иную деятельность или планирующим осуществление такой деятельности;

- запрещение хозяйственной и иной деятельности, последствия, воздействия которой непредсказуемы или могут привести к опасным воздействиям для человека и (или) окружающей среды;

- соблюдение права каждого на получение достоверной информации об опасностях, а также участие граждан в принятии решений, касающихся их прав на благоприятные условия жизнедеятельности и окружающую среду;

- ответственность за нарушение законодательства, организация и развитие системы образования и воспитания в области жизнедея-

тельности и охраны окружающей среды;

- участие граждан, общественных объединений и некоммерческих организаций, международное сотрудничество в решении задач в области жизнедеятельности и охраны окружающей среды;

- обязательность финансирования юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими хозяйственную и (или) иную деятельность, которая приводит, или может привести, к негативному воздействию на человека и окружающую среду, мер по предотвращению, устранению и (или) уменьшению последствий негативного воздействия.

Для обеспечения безопасности необходимо осуществлять ее постоянный мониторинг. При возможности реализации опасности необходимо предвидеть максимальные последствия на момент ее реализации и при последующем воздействии негативных факторов, максимально не допустить возможности реализации опасности и в случае возникновения угрозы ее возникновения принимать и реализовывать оптимальные управленческие решения.

## ГЛАВА 2. ПОНЯТИЕ ОПАСНОСТИ И ОСНОВНЫЕ ПОТОКИ СОВРЕМЕННОГО МИРА

### 2.1. Понятие и аксиомы опасности

Состояние безопасности объекта защиты – человека и окружающей среды может быть достигнуто при обязательном учете того обстоятельства, что опасности существуют постоянно, и они представляют собой потоки вещества, энергии и информации.

Опасность – возможность при определенных условиях нанесения вреда человеку и окружающей среде, имущественного (материального), физического или морального (духовного) ущерба личности, обществу, государству. Согласно определению, опасности – это явления, процессы, объекты, свойства предметов, состояние природы, общества или техники, формирующие потоки вещества, энергии и информации, которые являются угрожающим событием и потенциальным источником негативного воздействия в данный период времени и в определенном районе, представляющее угрозу для жизни, здоровья или благосостояния людей, объектов хозяйства или окружающей среды. Негативные последствия реализации опасности возникают при условии достижения потоками вещества, энергии и информации значений, превышающих способность к их восприятию любым объектом защиты без нарушения своей функциональной целостности (без причинения ущерба).

Применительно к безопасности жизнедеятельности человека опасность – это негативное воздействие, приводящее человека к потере здоровья или к гибели. В системе защиты окружающей среды, опасность – это негативное воздействие, приводящее ее структурные составляющие к различным уровням деградации.

В приведенном определении опасности нет указания на необходимость совпадения координат и времени передачи потоков от источника опасности к объекту защиты. В целом это и не требуется, так как опасности существуют везде и всегда. Для конкретного объекта защиты негативное воздействие опасности возможно при совпадении его местоположения и времени с реализацией опасности.

Источник опасности – это отдельные компоненты или их совокупности природной среды, природных, природно-антропогенных объектов, антропогенных объектов, техносферы и общества, их свойства и происходящие в них процессы, формирующие потоки вещества, энергии и информации. Для каждого источника опасности характерно наличие уровня, пространственно-временных показателей.

Безопасность объекта – это состояние защищенности объекта от различных опасностей, при котором созданы условия для его нормально-

го функционирования. Безопасность объекта защиты – это такое состояние защиты его, при котором воздействие на него потоков вещества, энергии и информации не превышает допустимых для объекта значений.

Защита от опасностей включает в себя комплекс организационных, экологических, инженерно-технических, природоохранных, специальных и иных мероприятий, направленных на предупреждение реализации опасностей, подготовку к преодолению и ликвидации вызванных ими негативных последствий с целью снижения ущерба человеку и окружающей среде. В основе реализации изложенных выше принципов ноксологии лежат аксиомы опасностей.

Аксиома 1 - материальный мир потенциально опасен. Это свидетельствует о том, что невозможно разработать абсолютно безопасный вид деятельности. При этом, ни в одном виде деятельности человека не может быть нулевых рисков. Вся хозяйственная и иная деятельность человека и все компоненты окружающей среды обладают способностью генерировать опасности. При этом любое новое действие или результат деятельности человека неизбежно приводят к возникновению новых опасностей, особенно если действия ошибочны.

Аксиома 2 - вероятность негативного воздействия опасности существует, если потоки вещества, энергии или информации от источника опасности превышают их предельно допустимые уровни для объекта защиты, подверженного воздействию этого источника. Предельно допустимые значения уровня потоков, установленные при условии отсутствия ущерба, являются максимально возможными для объекта защиты, находящегося в условиях безопасности. Превышение предельно допустимых уровней потоков приводит защищаемый объект в качественно новое состояние, характеризующееся различными уровнями изменения (модификации).

Аксиома 3 - реализация опасностей возможна, если источник опасностей и объект защиты по координатам пребывания совпадают в пространстве и во времени. Опасен весь материальный мир и вероятность реализации опасности существует всегда и везде.

Аксиома 4 - реализация опасности оказывает негативное воздействие и сопровождается ущербом одновременно для всех объектов защиты, если имеет место превышение для них предельно допустимых уровней потоков, находящиеся в зоне их действия. Опасности не обладают свойством избирательности.

Аксиома 5 - защита объекта от опасностей или снижение уровня негативного воздействия достижима за счет снижения потоков вещества, энергии и информации от источника опасности, уменьшения времени взаимодействия источника и объекта защиты, увеличения

расстояния между ними и применения защитных мер.

Аксиома 6 - компетентность человека об опасностях и способах защиты от них – основа достижения безопасности жизнедеятельности человека и охраны окружающей среды. Большое разнообразие, количество и интенсивность опасностей, отсутствие естественных механизмов защиты от них, требует приобретения человеком навыков обнаружения опасностей и применения методов защиты от них. Это достигается в результате обучения и приобретения опыта на всех этапах образования и практической деятельности человека.

Триада «опасность — причины — нежелательные последствия» - это логический процесс, реализующий потенциальную опасность в реальный ущерб (последствие). Как правило, этот процесс включает несколько причин и их комплексное воздействие. Одна и та же опасность может реализоваться в нежелательное событие через разные причины.

Реализация опасности и причинение ущерба различного уровня человеку и (или) окружающей среде подчиняется следующему алгоритму. Потенциальная опасность (потoki вещества, энергии и информации) – причина (причины) реализации опасности – реализованная опасность – воздействие на объект (объекты) защиты - негативные последствия (ущерб).

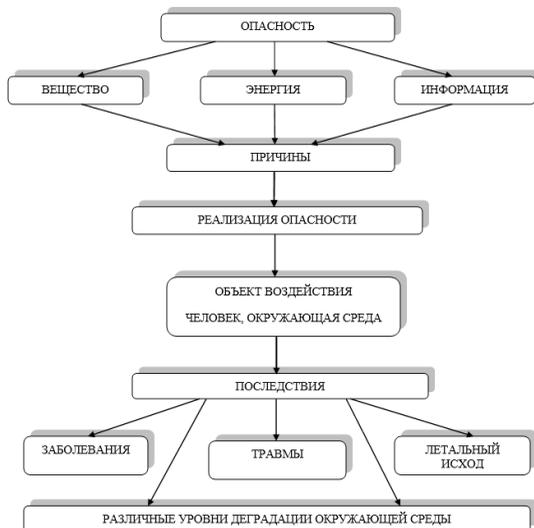


Рисунок 1 - Схема реализации опасности

## 2.2. Основные потоки современного мира и внешнее воздействие

Обмен потоками вещества энергии и информации в материальном мире – это естественный процесс его существования. В общем случае можно выделить четыре основные группы потоков [70, 72].

Потоки в естественной среде: излучение солнца, звезд и планет; космические лучи, пыль, астероиды; электрическое и магнитное поля Земли; круговороты веществ в окружающей среде; потоки, связанные с атмосферными, гидросферными и литосферными явлениями, в том числе стихийными; другие.

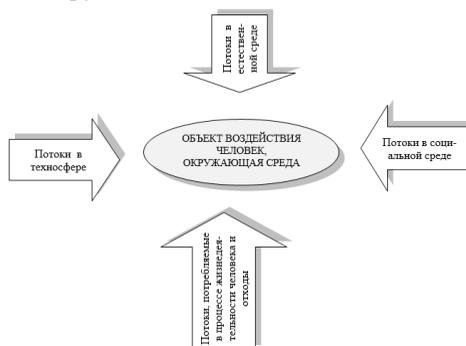


Рисунок 2 - Основные потоки современного мира

Потоки в техносфере: потоки сырья и энергии, продукции отраслей, отходы, информационные потоки, транспортные потоки, потоки при техногенных авариях и другие. Потоки в социальной среде: информационные потоки (обучение, государственное управление, интернет, телевидение, средства массовой информации и так далее); людские потоки (демографический взрыв, урбанизация населения, миграция); потоки наркотических средств, алкоголя и другие. Потоки, потребляемые в процессе жизнедеятельности человека и отходы: потоки воздуха, воды, пищи и иных веществ; потоки энергии (механической, тепловой, солнечной и другие); потоки информации; потоки отходов и другие.

При оценке влияния потоков необходимо учитывать следующие обстоятельства. Требуемые для жизнедеятельности человека и защиты окружающей среды потоки могут превысить допустимые для воспринимающего их объекта защиты уровни и вызвать негативное воздействие. В случае, когда потоки не приносят ущерба, то такие потоки допустимые, а при нанесении ущерба потоки являются недопустимыми.

ми или опасными. Максимальные значения потоков, при которых ущерб еще не возникает, являются предельно допустимыми. Возможность негативного воздействия и нанесение ущерба определяется не только величиной потока, но и свойствами объекта защиты, которые заключаются в способности воспринимать и переносить воздействующие потоки при взаимодействии источника опасности и объекта защиты, на который воздействует этот поток.

Негативное воздействие и нанесение ущерба от воздействия потоков вещества, энергии, информации возможно при следующих условиях:

- совпадение источника воздействия и объекта защиты в пространстве и времени;
- уровень потоков вещества, энергии, информации значимый для объекта защиты;
- наличие у защищаемого объекта ограничений по величине воздействия потоков.

Описанные выше потоки оказывают на объект защиты внешнее воздействие. Внешний воздействующий фактор представляет собой явление, процесс или среду внешние по отношению к объекту защиты или его составным частям, которые вызывают или могут вызвать ограничение или потерю работоспособного состояния системы в процессе ее существования или деятельности. Нормальное значение внешнего воздействующего фактора - это его значение, являющиеся статистически обработанным и усредненным на основе многократных наблюдений для определенной области существования и жизнедеятельности. Номинальное значение внешнего воздействия - нормируемое изменяющееся или неизменное верхнее и нижнее его значения, в пределах которых обеспечивается заданное состояние объекта защиты [37].

Внешние воздействия факторов подразделяются на ряд основных групп:

- механические (шум, различные виды удара, сейсмическое воздействие, вибрация, давление);
- климатические (выпадающие или конденсированные осадки, ветер, коррозионно-активный агент (воды, почвы, окружающей среды), температура, атмосферное давление, солнечная радиация);
- биологические (организмы или их сообщества);
- специальные среды (неорганические и органические соединения);
- термические (резкое изменение температуры окружающей среды);
- электромагнитные поля (электромагнитное излучение различного диапазона).

## ГЛАВА 3. ЧЕЛОВЕК И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА

### 3.1. Закон толерантности

Закон толерантности указывает, что лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть, как минимум, так и максимум экологического воздействия, диапазон между ними определяет величину выносливости (предел толерантности) организма к заданному фактору. Толерантность – способность организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды. В соответствии с законом толерантности можно выделить зоны интенсивности жизнедеятельности в зависимости от уровней негативного воздействия потоков вещества, энергии, информации. Зона с комфортным уровнем воздействия потоков та, в которой реализуется максимум жизненного потенциала организма. Пределы толерантности по уровню воздействия потоков совпадают со значениями их минимума и максимума, за пределами которых существование организма невозможно. Между указанными зонами находится зона допустимых значений воздействия потоков, которая, является областью нормальной жизнедеятельности. При движении значений воздействующих факторов в этой зоне в сторону оптимальных значений уровень комфортности жизнедеятельности повышается, а при движении в направлении максимума или минимума - понижается. Одно из положений Ю. Одум дополняющее закон толерантности гласит, что если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то диапазон толерантности может сузиться и в отношении других экологических факторов. Вид может иметь узкую валентность по отношению к одному фактору и широкую по отношению к другому [68,70,80].

В естественных условиях на поверхности Земли температура атмосферного воздуха изменяется от  $-88^{\circ}\text{C}$  до  $+60^{\circ}\text{C}$ , в то время как температура внутренних органов человека за счет терморегуляции его организма сохраняется комфортной, близкой к  $+37^{\circ}\text{C}$ . Максимальная температура внутренних органов, которую выдерживает человек,  $+43^{\circ}\text{C}$ , минимальная  $+25^{\circ}\text{C}$ .

Температура воздуха в рабочих и жилых помещениях, на улицах и в природных условиях существенно влияет на состояние организма человека, изменяя его жизненный потенциал. При низких температурах воздуха - холодно, при высоких температурах - жарко. При температуре воздуха более  $30^{\circ}\text{C}$  работоспособность человека значительно падает.

У человека существует зависимость комфортных температур окружающей среды от категории тяжести выполняемых работ (легкая,

средняя, тяжелая), от периода года и некоторых других параметров микроклимата. Так, для человека, выполняющего легкую работу, комфортная температура летом составляет +22...24 °С, зимой – 21...23 °С; для человека, занимающегося тяжелым физическим трудом, летом +18...20 °С, зимой – 16...18 °С.

Изменения потоков в среде обитания определяет их воздействие на человека:

- комфортное (оптимальное) - потоки соответствуют оптимальным условиям воздействия, создают комфортные условия деятельности и отдыха, проявлениям наивысшей работоспособности и максимальной продуктивности деятельности, гарантируют сохранение здоровья человека и целостность компонентов окружающей среды;

- допустимое - потоки, воздействуя на человека и окружающую среду, не оказывают негативного влияния на здоровье, но приводят к дискомфорту, снижая эффективность деятельности человека, что обуславливает соблюдение условий допустимого воздействия и гарантирует невозможность возникновения и развития необратимых негативных процессов у человека и в окружающей среде;

- опасное - потоки превышают допустимые уровни и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания и (или) приводят к деградации окружающей среды;

- чрезвычайно опасное - потоки высоких уровней за короткий период времени могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в окружающей среде, при этом гибель организма происходит при значениях фактора воздействия, лежащих вне зоны толерантности.

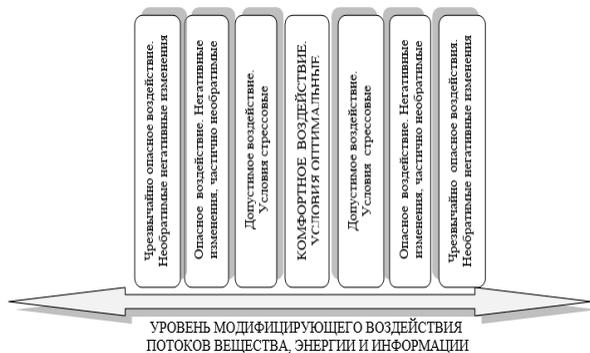


Рисунок 3 - Изменения потоков в среде обитания и их воздействие на человека

Выше изложенное свидетельствует, что в зависимости от уровней воздействие потоков вещества, энергии, информации на человека может быть позитивным или негативным.

Из четырех указанных видов воздействия потоков на человека первые два (комфортное и допустимое) соответствуют позитивным условиям, а два других (опасное и чрезвычайно опасное) являются недопустимыми для жизнедеятельности человека.

Потоки вещества, энергии и информации, генерируемые их источниками, не обладают избирательностью по отношению к объектам защиты и одновременно воздействуют на человека, природную среду и техносферу, находящихся в зоне их влияния. Результат воздействия потока одной интенсивности на объекты может быть опасным или неопасным и определяется способностью объекта защиты к восприятию потока.

Любой объект воспринимает одновременно все потоки вещества, энергии и информации, поступающие в зону его пребывания. Синергизм представляет собой реакцию организма на комбинированное воздействие двух или нескольких отрицательных факторов характеризующихся тем, что это действие превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности. Данное понятие свидетельствует, что при одновременном воздействии нескольких факторов, они могут друг друга усиливать или ослаблять, либо создавать новые виды воздействия.

В современных условиях в системе человек–техносфера характерны два основных вида негативных ситуаций, связанных с воздействием потоков на человека. В первом случае это длительное воздействие постоянных или переменных потоков ограниченной интенсивности в локальных, региональных и глобальных зонах (например, загрязнение атмосферы, гидросферы). Другой вариант - кратковременное воздействие потоков высокой интенсивности в локальных или региональных зонах (например, техногенные аварии, катастрофы, стихийные бедствия).

### **3.2. Взаимодействие человека с окружающей средой**

В процессе жизнедеятельности человек постоянно находится во взаимодействии с окружающей средой. Одним из показателей, характеризующих уровень комфортности окружающей среды, является микроклимат. Показателями, характеризующими микроклимат, например, в производственных помещениях, являются температура воздуха и поверхностей, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха, интенсивность теплового облучения. Показатели микроклимата должны обеспечивать сохранение теплового баланса

человека с окружающей средой и поддерживать оптимальное или допустимое тепловое состояние организма. Для того чтобы физиологические процессы в организме человека протекали нормально, окружающая среда должна обладать способностью воспринимать тепло, вырабатываемое организмом. Комфортность среды характеризуется соотношением между определенным количеством тепла, вырабатываемым организмом, и охлаждающей способностью среды. Метеорологические условия производственных помещений являются комфортными, если они обеспечивают хорошее самочувствие человека и оптимальные условия для наиболее высокой производительности труда [67, 71, 91, 97].

Регулирование тепловыделения для поддержания постоянной температуры (терморегуляция) в организме человека осуществляется тремя способами: биохимическим, изменением интенсивности кровообращения и выделением пота. Количество тепла, выделяемого в результате биохимических превращений в организме взрослого человека, находящегося в покое, равно примерно 70 ккал/ч. При физической работе количество выделяемого тепла возрастает.

В комфортных условиях теплоотдача равна теплообразованию, благодаря чему температура тела человека сохраняется на уровне 36,5 °С - 37 °С. Ее величина достаточно стабильна и лишь незначительно изменяется с течением суток и с возрастом. Максимальная величина температуры тела (37,0 °С - 37,2 °С) наблюдается в 16-18 часов, минимальная - (36,0 °С - 36,2 °С) - около 3-4 часов. У пожилых людей температура тела снижается до 35,0 °С - 36,0 °С. Жизнедеятельность организма человека возможна лишь при температуре тела не ниже +25 °С и не выше +43 °С.

Если тепловое равновесие нарушено, например, теплоотдача меньше теплообразования, то в организме происходит накопление тепла – перегрев, в условиях, когда теплоотдача больше, чем теплообразование, происходит переохлаждение организма. Уровень теплоотдачи зависит от времени года. Холодный период года, характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха, равной +10 °С и ниже. Теплый период года характеризуется среднесуточной температурой наружного воздуха выше +10 °С. Для человека определены максимальные значения допустимой температуры в зависимости от длительности их воздействия и используемых средств защиты. Переносимость организмом человека высоких температур зависит от влажности и скорости движения воздуха.

Высокая влажность воздуха уменьшает скорость испарения пота, что ухудшает теплоотдачу с поверхности кожи и ведет к перегреву

тела человека. Особенно неблагоприятное воздействие на тепловое самочувствие человека оказывает высокая влажность воздуха при температуре окружающей среды более 30 °С, когда практически вся теплота, вырабатываемая в теле человека, отдается в окружающую среду за счет испарения пота. Интенсивное выделение пота при высоких температурах приводит к обезвоживанию организма. Обезвоживание на 6 % влечет за собой нарушение умственной деятельности, снижение остроты зрения, а обезвоживание на 15-20 % приводит к смертельному исходу. Вместе с потом организм теряет значительное количество минеральных солей, микроэлементов и витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>. При неблагоприятных условиях потери жидкости организмом человека могут достигать 8-10 л за 8 часовой рабочий день. При этом потери соли NaCl (ее концентрация в поте составляет 0,3-0,6 %) достигают 40 г, что составляет почти 30% ее общего количества в организме человека. Потери соли крайне опасны для организма.

Отклонения температуры среды от комфортных значений (на  $\pm 2 - 5$  °С) - считаются допустимыми, поскольку не оказывают влияния на здоровье человека, а лишь уменьшают производительность его деятельности. Дальнейшее отклонение температуры окружающего воздуха от допустимых значений сопровождается тяжелыми воздействиями на организм человека и ухудшением его здоровья (нарушение дыхания, сердечной деятельности и др.). При еще больших отклонениях температуры окружающей среды от допустимых значений возможен перегрев (гипертермия - состояние, при котором температура тела поднимается до +38 - 39 °С) или переохлаждение (гипотермия) организма человека, а также получение им тепловых травм или обморожений.

Оптимальные микроклиматические условия устанавливаются по критериям оптимального теплового и функционального состояния человека. Они обеспечивают общее и локальное ощущение теплового комфорта при минимальном напряжении механизмов терморегуляции, не вызывают отклонений в состоянии здоровья, создают предпосылки для высокого уровня работоспособности и являются предпочтительными.

Допустимые микроклиматические условия не вызывают повреждений или нарушений состояния здоровья, не могут приводить к возникновению общих и локальных ощущений теплового дискомфорта, напряжению механизмов терморегуляции, ухудшению самочувствия и понижению работоспособности.

Совершение всех видов деятельности организма осуществляется за счет потребляемой им химической энергии, содержащейся в пище. Совокупность всех химических реакций в организме, необходимых для обеспечения его веществом и энергией, называется обменом ве-

ществ, который подразделяется на основной обмен и обмен при различных видах деятельности.

Основной обмен характеризуется величиной всех энергетических трат в организме при полном мышечном покое, в стандартных условиях (при комфортной температуре окружающей среды, спустя 12-16 часов после приема пищи, в положении лежа). Эта энергия тратится только на поддержание жизни в теле человека, и ее расход составляет 4,2 кДж в час на 1 кг массы тела. Отклонение от указанных условий вызывает изменение интенсивности основного обмена. Например, после приема пищи в зависимости от ее вида основной обмен возрастает на 10-30 %, а с повышением температуры тела на 1 °С - на 5 %. Основной обмен зависит также от эмоционального состояния человека, его пола и возраста. При напряжении мышц туловища затраты энергии превышают уровень основного обмена на 5-10 %, в положении стоя - на 10-25 %, при вынужденной неудобной позе - на 40-50 %. Энергозатраты при мышечной работе зависят от ее напряженности и продолжительности.

При интенсивной интеллектуальной работе потребности мозга в энергии составляют 15-20 % основного обмена. Превышение суммарных энергетических затрат при умственной работе определяется степенью нервно-эмоциональной напряженности, при чтении вслух сидя, расход энергии повышается на 48 %, при выступлении с публичной лекцией - на 94 %, у операторов вычислительных машин - на 60-100 %.

Нормальное атмосферное давление на уровне моря в среднем составляет 760 мм рт. ст. С высотой давление воздуха уменьшается и становится опасным для человека на высоте 4-5 км над уровнем моря из-за кислородной недостаточности. При снижении относительно уровня моря (например, в шахте) атмосферное давление возрастает на каждые 100 м примерно на 9 мм рт. ст. При погружении в водную среду давление водяного столба растет на одну атмосферу на каждые 10 метров глубины. Поэтому безопасным считается погружение без специальных средств на 2-3 м.

Электромагнитные поля естественного происхождения являются постоянно действующим физическим фактором окружающей среды. Естественными источниками геомагнитного поля являются: атмосферное электричество, излучение Солнца, электрические и магнитные поля Земли. На поверхности Земли, обладающей избыточным электрическим зарядом, существует напряженность электрического поля, обычно равная 100-200 В/м (вольт на метр) и возрастающая в несколько раз при грозовой активности.

Напряженность магнитного поля Земли при спокойной магнит-

ной обстановке составляет 70-150 А/м (ампер на метр). Во время магнитных бурь магнитная напряженность возрастает на порядок. В условиях дефицита естественных электромагнитных полей возникает дисбаланс основных нервных процессов в виде преобладания торможения, дистонии (сужения) мозговых сосудов, развития изменений со стороны сердечно-сосудистой, иммунной и других систем.

Излучение Солнца, представляющее собой электромагнитные волны различной длины, крайне значимо для живой природы и человека. Оно является основным внешним источником энергии, определяет продолжительность светового дня, его видимый диапазон излучения, обеспечивает непосредственную связь организма с окружающим миром, давая до 90 % информации о нем. Но современному человеку не хватает дневного естественного света. Значительная часть работы и отдыха человека протекает при искусственном освещении.

Естественные источники излучений подразделяются на внешние источники внеземного происхождения (космическое излучение) и источники земного происхождения (естественные радионуклиды). Первичное космическое излучение постоянно воздействует на земную атмосферу потоком ядерных частиц высоких энергий, состоящих из около 90 % протонов и 10 % альфа-частиц. Воздействуя на ядра нуклидов, входящих в состав земной атмосферы оно инициирует целый каскад ядерных превращений, в результате которого образуются различного типа элементарные частицы и гамма-излучение - вторичное космическое излучение. До высоты около 25 км от поверхности земли доза внешнего облучения обусловлена, в основном, гамма-излучением.

С удалением от поверхности земли интенсивность космического излучения возрастает. Дозовая нагрузка на людей, проживающих в горной местности, в несколько раз больше, чем на поверхности земли и соответственно составляет на высотах 2 и 4-5 км - 0,7 и 5,0 м<sup>3</sup> в год. На высоте полетов современных самолетов уровень космического излучения в несколько десятков раз больше, чем на уровне моря. К основным естественным радионуклидам, излучение которых формирует природный радиационный фон, относятся: U<sup>238</sup>, U<sup>235</sup> и Th<sup>232</sup>, а также один из продуктов распада U<sup>238</sup> - радон (Ra<sup>226</sup>). Внешнее облучение обусловлено радионуклидами, содержащимися в почве и горных породах, внутреннее - радионуклидами, содержащимися в воздухе, воде и продуктах питания.

В процессе жизнедеятельности человек потребляет: кислород из атмосферы при дыхании, воду питьевую, воду, содержащуюся в продуктах питания и, содержащиеся в них пищевые вещества - белки, жиры и углеводы. В биохимических реакциях организма пищевые веще-

ства окисляются кислородом, выделяя энергию, необходимую для жизнедеятельности человека. Полученная в процессе массообмена энергия используется на работу внутренних органов, на механическую мышечную работу человека и переходит в тепло, которое организм выделяет в окружающую среду.

Все продукты реакций, а также потребленная человеком из внешней среды вода полностью выделяются организмом в окружающую среду: углекислый газ удаляется в атмосферу при дыхании, шлаковые вещества выводятся вместе с потребленной водой в виде отходов жизнедеятельности, часть воды выделяется путем испарения в атмосферу через кожу и через легкие при дыхании.

В сутки человеку требуется в среднем 1,75 кг пищи (из них твердых веществ около 0,6 кг), 7,3 л воды (2,5 л питьевой и 4,8 л технической) и 0,9 кг кислорода. Вместе с питьем и пищей получается около 3,5 л жидкости в день (для климата средней полосы России при минимальной физической нагрузке). При нагрузке средней тяжести необходимо до 5 л, при тяжелой работе на воздухе - до 6,5 л жидкости в день.

### **3.3. Сенсорные системы**

Информационный обмен человека или взаимосвязь человека с любой системой (в том числе технической) происходит через сенсорное и сенсомоторное поля. Реакция человека на любое внешнее воздействие (раздражение) и превращение ее в защитное действие осуществляется функциональной системой человека. Она включает в себя рецепторные образования, оценивающие в динамике величину регулируемых показателей, и центральный аппарат, структуры мозга, анализирующие все многообразие поступающих сигналов, принимающие решения и программирующие ожидаемый результат.

В функциональной системе действуют исполнительные механизмы — периферические органы, реализующие поступающие команды. Кроме того, в системе есть обратная афферентация (обратная связь), которая информирует об эффективности деятельности исполнительных механизмов и о достижении конечного результата. Все многообразие деятельности живого организма, его устойчивость к внешним факторам, стабильность различных функций обеспечиваются сложным взаимодействием саморегулирующихся функциональных систем, в которых центральные и периферические органы динамически объединяются для достижения конечного приспособительного результата.

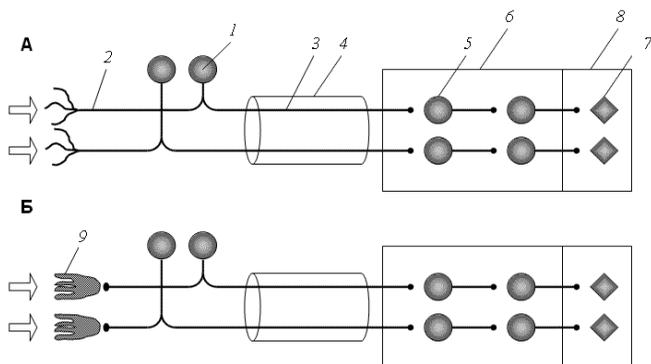


Рисунок 4 - Общий план строения сенсорной системы с первичным (А) и вторичным (Б) сенсорным рецептором.  
 1 - чувствительный нейрон; 2 – дендрит чувствительного нейрона,  
 3 – аксон чувствительного нейрона, 4 – чувствительный (афферентный) нерв, 5 – нейрон ЦНС, 6 – ЦНС, 7 – корковый нейрон коры больших полушарий, 9 – рецептирующая клетка

Сенсорная система включает следующие элементы (рисунок 4): вспомогательный аппарат; сенсорный рецептор; сенсорные пути; проекционная зона коры больших полушарий. Вспомогательный аппарат представляет собой образование, функцией которого является первичное преобразование энергии действующего стимула. Сенсорный рецептор осуществляет преобразование энергии действующего раздражителя в специфическую энергию нервной системы, в упорядоченную последовательность нервных импульсов. В первичном рецепторе эта трансформация осуществляется в окончаниях чувствительного нейрона, во вторичном рецепторе она происходит в рецептирующей клетке. Аксон чувствительного нейрона (первичный афферент) проводит нервные импульсы в центральную нервную систему. В центральной нервной системе возбуждение передается по цепочке нейронов (сенсорный путь) к коре больших полушарий. Аксон чувствительного (сенсорного) нейрона образует синаптические контакты с несколькими вторичными сенсорными нейронами. Аксоны последних следуют к нейронам, расположенным в ядрах более высоких уровней. По ходу сенсорных путей происходит обработка информации, в основе которой лежит интегративная деятельность нейрона. Окончательная обработка сенсорной информации происходит в коре больших полушарий [100].

Взаимодействуя по принципу иерархии результатов, различные

функциональные системы составляют слаженно работающий организм. Причем наблюдается доминирование той или иной функциональной системы, имеющей, в данный момент, наиболее важное для организма значение. Биологический смысл активной адаптации состоит в установлении и поддержании гомеостаза, позволяющего существовать в измененной внешней среде. Гомеостаз - относительное динамическое постоянство внутренней среды и некоторых физиологических функций организма человека (терморегуляции, кровообращения, газообмена и пр.), поддерживаемое механизмами саморегуляции в условиях колебаний внутренних и внешних раздражителей.

Зрительная сенсорная система является основой правильной ориентации человека в окружающей среде. Зрительный анализатор позволяет получить представление о предмете, его цвете, форме, величине, о том, находится ли предмет в движении или покое, о расстоянии от нас, потенциальной опасности, которую он несет. Таким образом, около 80% всей информации человек получает в результате реакции на визуальное раздражение. Восприятие визуальной информации ограничено пределами, так называемого, поля зрения. Поле зрения - пространство, обозреваемое человеком при неподвижном состоянии глаз и головы, это сфера, электромагнитные волны в которой возбуждают визуальные ощущения. В пределах угла зрения 30-40 градусов условия для видения оптимальны. В этом диапазоне целесообразно помещать основные носители информации, так как в нем воспринимаются и движения, и резкие контрасты.

Для переработки световых сигналов любого вида важно, чтобы зрительный анализатор обладал способностью приспосабливаться к внешним условиям. Поэтому главной особенностью человеческого глаза является способность к аккомодации (способность зрения приспосабливаться к расстоянию до обозреваемого предмета) и адаптации (способность зрения приспосабливаться к световым условиям окружающей среды). Способность зрительного аппарата к приспособлению обеспечивает остроту зрения (способность глаза, различать наименьшие детали предмета), контрастную чувствительность (способность глаза различать минимальную разность яркостей рассматриваемого предмета и фона), скорость узнавания (наименьшее время, необходимое для различения деталей предмета).

Ощущение, вызванное световым сигналом, сохраняется в глазу в течение некоторого времени, несмотря на исчезновение сигнала. Эта инерция зрения, как показывают исследования, находится, в пределах от 0,1 до 0,3 сек. Благодаря инерции зрения при определенной частоте мелькающий сигнал начинает восприниматься как постоянно светя-

щийся источник. Такую частоту называют критической частотой слияния мельканий. Если мелькания света используются в качестве сигнала, частота слияния должна быть оптимальной - 3-10 Гц.

Инерция зрения обуславливает стробоскопический эффект. Если время, разделяющее дискретные акты наблюдения, меньше времени гашения зрительного образа, то наблюдение субъективно ощущается как непрерывное. При этом эффекте возможна иллюзия движения при прерывистом наблюдении отдельных объектов, иллюзия неподвижности (замедление движения, возникающая, когда движущийся предмет периодически занимает прежнее положение), иллюзия вращения в противоположную от реального направления сторону (частота вспышек света больше числа оборотов вращающегося предмета).

В диапазоне воспринимаемого зрением спектра (длина волн 380-780 нм) происходит качественная оценка зрительного ощущения, обусловленного цветом. Цвет - это результат аналитической оценки зрением светового потока. Ощущение цвета возникает, когда спектр отклоняется от нейтрального или бесцветного (дневного) света и в нем возникают участки различного спектрального состава (с определенной длиной волн) или доминируют волны определенной длины. У людей наблюдаются отклонения от нормального восприятия цвета. К этим отклонениям относятся: цветовая слепота (человек воспринимает все цвета как серые), дальтонизм (человек не различает отдельные цвета, обычно красный и зеленый цвета), «куриная слепота» (человек с наступлением темноты теряет зрение). Зрительное восприятие цвета, переработка получаемой зрительной информации в большой мере зависят от освещения. Поэтому необходимо уделять особое внимание формированию светового климата.

Глаз, обеспечивая безопасность человека, сам снабжен естественной защитой. Рефлекторно закрывающиеся веки защищают сетчатку глаза от сильного света, а роговицу от механических воздействий. Слезная жидкость смывает с поверхности глаз и век пылинки, убивает микробы. Защитную функцию выполняют и ресницы. Однако, несмотря на совершенство, естественная защита для глаз оказывается недостаточной. Поэтому при опасных для глаз условиях следует обязательно применять искусственные средства защиты.

Слуховая сенсорная система позволяет человеку улавливать звуки, которые доставляют человеку многочисленную информацию. Одни звуки приятны, другие отрицательно влияют на здоровье человека. Некоторые звуки исполняют роль сигналов, предупреждающих об опасности. Оценить мир звуков человек может с помощью органа слуха. Ухо человека состоит из трех «основных» частей: наружное ухо, среднее ухо

и внутреннее ухо. Звуковые волны направляются в слуховую систему через наружное ухо к барабанной перепонке, колебания которой механическим путем через среднее ухо передаются к внутреннему уху, где колебания барабанной перепонки преобразуются в колебания со значительно меньшей амплитудой, но более высокого давления. Возбуждение нервных окончаний слухового нерва доходит до коры головного мозга и вызывает восприятие звука. Механические колебания создают слуховое восприятие, когда их частота лежит в области 16-20000 Гц. Слуховое восприятие изображается на диаграмме нанесением величин звукового давления, при которых на каждой частоте возникает ощущение звука, и обозначается как кривая порога слышимости. Она различна в зависимости от индивидуальных особенностей, возраста людей.

Слуховой анализатор обладает высокой чувствительностью, позволяет человеку воспринимать широкий диапазон звуков окружающей среды и анализировать их по силе, высоте тона, окраске, отмечать изменения по интенсивности и частотному составу, определять направление прихода звука. Слуховая сенсорная система, имеет способность распознавать местонахождение источника звука без поворота головы. Это явление называется бинауральным эффектом. Бинауральный эффект — эффект, возникающий при восприятии звука двумя ушами, и позволяет определить направление на источник звука, что делает звуковое восприятие объемным. Физическая основа такой способности заключается в том, что, распространяясь с конечной скоростью, звук достигает более удаленного уха позже и с меньшей силой. Слуховая система способна выявить эту разницу в двух ушах уже на уровне 1 дБ, а запаздывание составляет 0,0006 с. Бинауральный слух имеет и иную, более важную, чем ориентация в пространстве, функцию. Он помогает анализировать акустическую информацию в присутствии посторонних шумов. Различия в интенсивности и направленности поступления сигналов в уши используются центральной нервной системой для подавления фонового шума и выделения полезных звуков (например, сосредоточиться на нужном разговоре в многолюдном собрании).

Вестибулярная система обеспечивает поддержание нужного положения тела в пространстве и соответствующие двигательные реакции глаз. Равновесие поддерживается рефлекторно, без принципиального участия в этом сознания. Выделяют статические и статокINETические рефлексы. Статические рефлексы обеспечивают адекватное взаиморасположение конечностей, а также устойчивую ориентацию тела в пространстве, то есть рефлексы позы. СтатокINETические, рефлексы - это реакции на двигательные стимулы, самостоятельно выражающиеся в движениях, например, движения человека, восстанавливающего равновесие после того, как он споткнулся.

Сильные раздражения вестибулярного аппарата часто вызывают неприятные ощущения: головокружение, рвоту, усиленное потоотделение, тахикардию и т.д. Вероятно, это является результатом воздействия необычных для организма раздражений: вращательного ускорения или расхождения между зрительными и вестибулярными сигналами. Возникающие вследствие этого сенсорные иллюзии приводят к неправильному восприятию и неадекватным реакциям и как следствие происходят различные аварии.

У современных людей статокINETическая устойчивость снижается вследствие изменения структуры их труда. СтатокINETическая устойчивость – это способность человека сохранять заданное положение звеньев тела в пространстве на ограниченной площади опоры и в условиях вестибулярных нагрузок при выполнении двигательных действий. Труд современного человека становится все более умственным, а физическая его доля неудержимо уменьшается. Человек стал все меньше и меньше активно передвигаться в пространстве. В этих условиях статокINETическая устойчивость снижается и актуальными становятся такие явления, как гиподинамия и гипокинезия.

При нарушении функций вестибулярного аппарата в той или иной мере снижается работоспособность человека, и, следовательно, снижается безопасность движения (пилоты, водители, моряки, космонавты). У пассажиров это состояние лишает их комфорта, и при наличии у них заболеваний, особенно сердечно-сосудистой системы, может привести к тяжелым осложнениям.

Кожа является органом, который отделяет внутреннюю среду человека от внешней, надежно охраняя ее постоянство. Ощущения, обеспечиваемые кожей, создают связь с внешним миром. Посредством осязания (тактильных ощущений) мы узнаем о трехмерных особенностях нашего окружения; терморцепция (восприятие тепла и холода); чувство физиологической боли (ноцицепция) служит для распознавания потенциально опасных воздействий. Снаружи кожа покрыта тонким слоем покровной ткани — эпидермисом, состоящим из нескольких слоев довольно мелких клеток, постоянно обновляемых. За эпидермисом следует собственно кожа - дерма. Здесь находятся многочисленные рецепторы, воспринимающие давление (прикосновение), холод и тепло, боль.

Первая функция кожи - механическая. Она предохраняет лежащие под кожей ткани от повреждений, высыхания, физических, химических и биологических воздействий и выполняет барьерную функцию. Другая функция кожи связана с процессами терморегуляции, благодаря которым сохраняется постоянная температура тела. В коже человека находятся два вида анализаторов: одни реагируют только на

холод (около 250 тыс.), другие - только на тепло (около 30 тыс.). Температура кожи несколько ниже температуры тела и различна для отдельных участков. Продолжительное ощущение тепла при температуре кожи выше +36 °С тем сильнее, чем выше эта температура. При температуре около +45 °С чувство тепла сменяется болью от горячего. Когда обширные области тела охлаждаются до температуры ниже -30 °С, возникает ощущение холода; боль от холода возникает при температуре кожи -17 °С и ниже. Если охлаждение идет очень медленно, человек может не заметить, как обширные участки кожи стали совсем холодными (при одновременной потере тепла телом), особенно, если его внимание отвлечено чем-то другим.

Под тактильной чувствительностью понимают ощущение прикосновения и давления. В среднем на 1 см<sup>2</sup> кожи находится около 25 рецепторов. Абсолютный порог тактильной чувствительности определяется по тому минимальному давлению предмета на кожную поверхность, при котором наблюдается едва заметное ощущение прикосновения. Наиболее развита чувствительность на дистальных частях тела (наиболее удаленных от оси тела). Характерной особенностью тактильного анализатора является быстрое развитие адаптации, то есть исчезновение чувства прикосновения или давления. Благодаря адаптации мы не чувствуем прикосновения одежды к телу.

Ощущение боли воспринимается специальными рецепторами. Они рассеяны по всему нашему телу, на 1 см<sup>2</sup> кожи приходится около 100 таких рецепторов. Чувство боли возникает в результате раздражения не только кожи, но и ряда внутренних органов. Часто единственным сигналом, предупреждающим о неблагополучии, в состоянии того или другого внутреннего органа, является боль. В отличие от других сенсорных систем боль дает мало сведений об окружающем нас мире, а скорее сообщает о внешних или внутренних опасностях, грозящих нашему телу. Тем самым она защищает нас от долговременного вреда и поэтому необходима для нормальной жизнедеятельности. Если бы боль не предостерегала, уже при самых обыденных действиях мы часто наносили себе повреждения. Биологический смысл боли в том, что, являясь сигналом опасности, она мобилизует организм на борьбу за самосохранение. Под влиянием болевого сигнала перестраивается работа всех систем организма и повышается его реактивность.

С помощью органов чувств человек получает обширную информацию об окружающем мире. Количество информации воспринимаемого сигнала принято измерять в битах.

Зрительный сигнал: длина линии - 3,25 бит/сек; цвет - 3,1 бит/сек; яркость - 3,3 бит/сек.

Слуховой сигнал: громкость - 2,3 бит/сек; высота тона - 2,5 бит/сек.

Обонятельный сигнал: интенсивность - 1,53 бит/сек.

Тактильный сигнал: интенсивность - 2,0 бит/сек; продолжительность - 2,3 бит/сек; расположение на теле - 2,8 бит/сек.

Защитные функции организма, преимущественно двигательные, реализуются через мозг и его память. И только когда там не найдено адекватной программы реакции на сигнал, подключается сознание, прежде всего проявляя стереотипность мышления. Человек обладает долговременной и кратковременной (оперативной) памятью. Объем долговременной памяти составляет  $10^{21}$  бит, а кратковременная память имеет малую емкость - 50 бит. Поскольку воспоминание, или обращение в долговременную и кратковременную память, подвергается воздействию большого числа внешних факторов, то результат его носит во многом случайный характер. Хранение представлений в памяти тоже может видоизменяться вследствие стирания отдельных элементов информации или возникновения новых, отсутствующих в оригинале. Процесс сознательного поиска решения очень медленный и малопригодный в экстремальных быстроразвивающихся ситуациях. Вероятность того, что человек быстро найдет нужное решение в процессе мышления, невелика. Основной путь подготовки человека к действиям в конкретных защитных ситуациях состоит в постоянном обучении и тренировке с целью перевода действий на уровень стереотипов.

Стереотип - это устойчиво сформировавшаяся в прежнем осознанном опыте рефлекторная дуга, выводимая в пограничную зону «сознание - подсознание». Чем чаще идут одинаковые импульсы, тем прочнее становится система их передачи от рецептора к исполнительному органу. При этом вероятность определения двигательной реакции на определенное раздражение нарастает. Однако эта вероятность никогда не сможет достичь единицы в силу существования опасности искажения сигнала в проводящей системе. Процесс принятия решения является многовариантным, в том числе и содержащим возможность ошибки. Это обусловлено объективно существующими трудностями воспоминания и выстраивания многовариантных процессов передачи сигналов по рефлекторной дуге. Если в прошлом человека необходимого опыта вообще не было, то решения принимаются методом проб и ошибок. Свобода выбора решений таит в себе потенциальную опасность от вмешательства человека в любой процесс. Реакция человека на внешние раздражения может быть ошибочной и вызывать реализацию антропогенно-техногенных опасностей.

## ГЛАВА 4. ПОЛЕ ОПАСНОСТЕЙ

### 4.1. Поле опасностей и опасности различных уровней

Мир опасностей (ноксосфера) в современных условиях обширен и весьма значителен. Как правило, в условиях жизнедеятельности на человека воздействуют одновременно несколько негативных факторов. Такой комплекс факторов, одновременно действующих на конкретный объект защиты, зависит от текущего состояния совокупности источников опасности около объекта. Эта совокупность источников образует около защищаемого объекта поле опасностей. Поле опасностей, действующих на объект защиты, можно представить в виде совокупности факторов первого, второго, третьего и иных кругов, расположенных вокруг защищаемого объекта. Основное влияние на объект защиты (человека) оказывают опасности первого круга. Опасности второго круга влияют в основном на другие объекты защиты (например, объекты техносферы - здания и сооружения, промышленные территории и т.п.). Опасности третьего круга оказывают общее влияние на регионы, континенты и все население Земли. Опасности второго и третьего круга опосредованно могут воздействовать на каждого человека, усиливая влияние первого круга опасностей [72,78]. Схема поля опасностей, действующих на человека, показано на рисунке 5.

В состав опасностей, непосредственно действующих на человека (первый круг опасностей), например, в техносфере, входят:

- опасности, связанные с климатическими и погодными изменениями, загрязнением атмосферы, гидросферы и литосферы;
- опасности, связанные с нарушением нормативов по микроклиматическим условиям жизнедеятельности и содержанию вредных примесей, вибрации и шуму, электромагнитному и радиационному излучениям и другое;
- опасности, возникающие в различных территориальных зонах техносферы при реализации технологических процессов и эксплуатации техники;
- опасности, возникающие вследствие недостаточной подготовки работающих и населения по вопросам безопасности жизнедеятельности.

Основные причины возникновения опасностей второго круга, характерных для техносферных территорий, обусловлены наличием и нерациональным обращением с отходами производства и быта; чрезвычайными опасностями, возникающими при стихийных явлениях и техногенных авариях; недостаточным вниманием к вопросам безопасности проведения работ и другое.

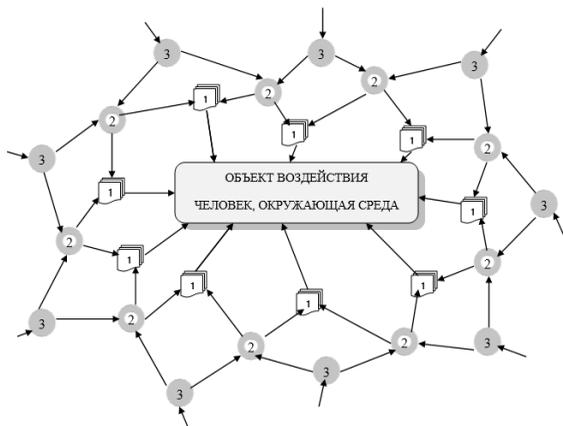


Рисунок 5 - Схема поля опасностей

Опасности третьего круга регионального, межрегионального и глобального влияния не всегда явно выражены. К опасностям этого круга в техносфере можно отнести:

- нарушение и несоблюдение нормативов при проектировании технологических процессов, технических систем, объектов техносферы (например, зданий и сооружений);
- недостаточная эффективность системы безопасности жизнедеятельности в масштабах отрасли экономики или всей страны;
- недостаточное развитие системы и уровня подготовки специалистов в области безопасности жизнедеятельности и защиты окружающей среды.

Разделение ноосферы на отдельные круги опасностей является достаточно условным, но имеет большое значение при анализе причин негативного влияния опасностей на людей. Реализация опасностей первого круга, при нарушении требований безопасности, сопровождается, как правило, травмами, отравлениями или заболеваниями человека, или небольших групп людей. Несоблюдение требований безопасности во втором круге опасностей, как правило, отдалает по времени негативные последствия, но увеличивает масштабы их воздействия на людей (например, массовые отравления, гибель людей в шахтах). Последствия реализации опасностей третьего круга затрагивает большие территории (изменение климата, загрязнение атмосферы городов). Оптимальным решением задачи защиты от опасностей и минимизации последствий их реализации является комплексная оценка взаимосвязи опасностей всех уровней в поле опасностей объекта защиты.

## **4.2. Закономерности комплексного воздействия модифицирующих факторов**

Модифицирующие (изменяющие) факторы, определяющие возможность реализации опасностей, могут воздействовать индивидуально, но в основном отмечается их комплексное влияние. При этом можно выделить отдельные причины и различные сочетания антропогенных, техногенных, природных и иных факторов. Установить основной среди комплексно воздействующих факторов, обуславливающих реализацию опасностей, зачастую не представляется возможным, так как каждый из них взятый отдельно может и не привести к негативным последствиям. Многократный уровень воздействия также может не стать причиной реализации опасностей, но затем ничтожное увеличение приведет к ее реализации, то есть система теряет способность сохранять свою структуру и функциональные особенности [80, 87].

Воздействие модифицирующих факторов подчиняется определенным закономерностям. Закономерности комплексного воздействия свидетельствуют, что в условиях комплексного влияния факторов, определяющих состояние системы, происходит аккумулятивное отрицательных последствий, негативное воздействие одного или нескольких факторов и (или) условий приводит к высокому уровню воздействия другого фактора, который при прочих условиях не смог бы привести к нарушению устойчивости системы. Значимость фактора, определяющего уровень модификации состояния системы, оценивается ее реакцией на стрессовое воздействие и возможностью противостоять и нейтрализовать негативное влияние, осуществлять свое функциональное назначение при существующем уровне отрицательного воздействия, восстанавливать свое состояние после отрицательного воздействия.

Любое отрицательное воздействие на человека, оказывает свое негативное влияние и приводит к снижению его устойчивости или гибели, как в результате кратковременного воздействия, так и через длительное время. В обоих случаях происходит аккумулятивное отрицательного воздействия, и в зависимости от его уровня предел устойчивости организма наступает за короткий или за длительный период или не наступает вовсе до естественной его гибели. Влияние одних факторов комплекса снижает устойчивость организма до уровня, при котором резко возрастает воздействие других. При комплексном воздействии модифицирующих факторов также происходит аккумулятивное отрицательного воздействия и их влияние увеличивается. Спусковым механизмом резкой потери устойчивости и гибели организма является фактор, который при прочих равных условиях мог бы и не при-

вести к существенному изменению состояния.

Из вышесказанного следует, что модифицирующие факторы, определяющие состояние системы, имеют различную значимость, то есть она в различной степени противостоит ему и имеет различный уровень нейтрализации негативного влияния. Сдвиги внутренних и внешних состояний структур системы приводят к нарушению равновесия, что обуславливает формирование систем, обладающих новыми свойствами и имеющие отличные от начального состояния количественные и качественные характеристики. Эта ситуация характеризуется понятием эмерджентности. Эмерджентность - появление у системы свойств, не присущих элементам системы, не сводимость свойства системы к сумме свойств составляющих ее компонентов. В условиях высоких уровней негативного воздействия при реализации опасностей, когда изменения необратимы, формируются эмерджентные системы, обладающие новыми функциональными свойствами.

### **4.3. Биосферная совместимость растительных экосистем и техносферы**

В основе решения задачи безопасности растительных экосистем и человека от возможного негативного воздействия опасностей техносферы является их биосферная совместимость. Растительная экосистема является природной составляющей окружающей среды. Она естественная или искусственно созданная целостная совокупность природных и (или) искусственных компонентов, находящихся во взаимосвязи с внутренней и внешней средой. Техносфера - часть окружающей среды, представляющая совокупность созданных человеком объектов и систем, несущих опасность [88].

В рассматриваемом аспекте техносфера характеризуется взаимосвязанными качествами. Она создает опасности различного генеза, системы защиты от их реализации и негативного воздействия на человека, объекты и среду обитания. Кроме того, она использует ресурсы окружающей среды, оказывает воздействие на ее состояние и человека. Влияние техносферы имеет пространственные характеристики, включающие зоны различного назначения.

Другой основной составляющей системы биосферной совместимости природной среды и техносферы является растительная экосистема. Растительные экосистемы подразделяются на территории, в которых располагаются объекты техносферы, и в которых их нет. В техносферных растительных экосистемах изменения происходят не только под влиянием модифицирующих факторов объектов техносферы, но и в результате внесения в нее инфраструктурных составляю-

щих. Техносферными растительными экосистемами являются пространственно ограниченные, неоднородные по функциональному назначению, мозаичные по своим характеристикам территории, в которых имеются или будут располагаться инфраструктурные объекты, связанные с техносферой. В них нарушаются сукцессионные процессы, проявляющиеся в формировании производных экосистем. Территория растительной экосистемы, в которой нет объектов техносферы, включает компоненты природной среды.

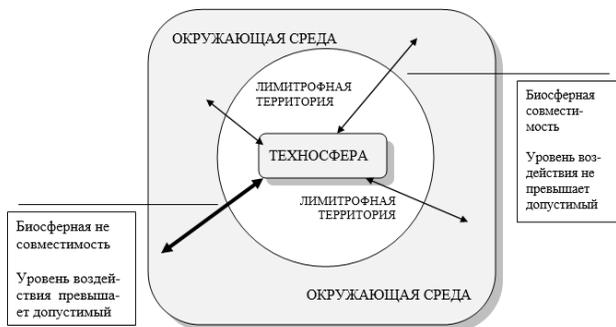


Рисунок 6 - Биосферная совместимость окружающей среды и техносферы

По границе растительных экосистем и техносферы, располагаются лимитрофные (переходные) экосистемы, характеризующиеся количественными и качественными показателями, насыщенностью растительными экосистемами и техносферными объектами или их структурными элементами, различной биологической устойчивостью и реакцией на воздействие отрицательных факторов в пространстве и во времени.

Взаимодействие растительных экосистем и техносферы, их биосферная совместимость, определяется закономерностями комплексного воздействия модифицирующих факторов, при котором происходит аккумулярование отрицательных последствий. Оптимальным условием, при котором растительные экосистемы в полном объеме могут выполнять свое функциональное назначение, является такое, при котором они находятся в состоянии биологической устойчивости. По мере ослабления будут снижаться их целевые функции, а при деградации они полностью прекращаются. Устойчивость растительной экосистемы — это ее способность поддерживать заданный уровень выходных показателей или показателя в течение заданного интервала времени, в условиях различных видов воздействия, что ставит необходимость установления такого критерия.

Для оценки состояния природной среды и влияния негативных факторов, и в том числе техносферы, могут быть использованы нормативы качества окружающей среды и допустимого воздействия на нее. Нормативы должны быть установлены в соответствии с химическими, физическими, биологическими показателями состояния экосистемы, учитывающие природные особенности территорий, назначение природных объектов и техносферы. Кроме того, они должны учитывать оценки рисков причинения вреда здоровью человека на основе нормативов, а качество отдельных компонентов природной среды исходя из природного фонового состояния территорий. Нормативы качества почв и земель должны определяться в зависимости от их природных особенностей, целевого назначения и величины предельных остаточных концентраций загрязняющих веществ в целях восстановления свойств почв исходя из географических, геологических, гидрогеологических особенностей их формирования и природного фонового состояния территорий. Оценка состояния растительных экосистем определяется по уровню их эмерджентности.

В целях предотвращения негативного воздействия на окружающую среду, хозяйственной и иной деятельности в техносфере, устанавливаются нормативы допустимого для них воздействия выбросов, сбросов, образования отходов и их размещения, изъятия компонентов природной среды, физических и иных воздействий, применяются наилучшие доступные технологии. При установлении нормативов качества окружающей среды учитываются природные особенности территорий, эмерджентность экосистем, целевое назначение природных и природно-антропогенных объектов.

Принятые нормативы допустимого воздействия на окружающую среду должны обеспечивать соблюдение нормативов ее качества в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности. Если уровень негативного влияния техносферы находится в пределах допустимого воздействия на окружающую среду, а ее состояние соответствует нормативам качества, то взаимодействие растительных экосистем и техносферы, на момент наблюдения, можно считать биосферно-совместимым. При выходе уровней воздействия на природную среду и ее состояние за диапазон установленных нормативов, в растительных экосистемах происходит модификация их состояния и эмерджентности, уровень которых зависит от степени негативного воздействия и устойчивости к нему, и они переходят в модифицированные экосистемы. В этом случае происходит нарушение биосферной совместимости растительных экосистем и техносферы, приводящее к нарушению их экологической безопасности [88].

## ГЛАВА 5. ПОНЯТИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ И РИСКА

### 5.1. Неопределенность и виды рисков

Любая деятельность содержит определенный риск реализации опасности и воздействия на человека и окружающую среду потоков вещества, энергии и информации, причинения ущерба различного уровня. В общем случае под риском понимают возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой различного рода потери.

Существование риска непосредственно связано с неопределенностью, которая предполагает наличие факторов, при которых результаты действий не позволяют установить причины появления или проявления последствий, а степень возможного влияния этих факторов на результаты неизвестна [41, 55].

Неопределенность может проявляться по-разному:

- в виде вероятностных распределений (распределение случайной величины точно известно, но неизвестно какое конкретно значение примет случайная величина);

- в виде субъективных вероятностей (распределение случайной величины неизвестно, но известны вероятности отдельных событий, определенные экспертным путем);

- в виде интервальной неопределенности (распределение случайной величины неизвестно, но известно, что она может принимать любое значение в определенном интервале).

Возникновение ситуации неопределенности имеет ряд основных причин.

1. Спонтанность природных процессов, явлений и стихийные бедствия (землетрясения, ураганы, наводнения, засуха и другие).

2. Случайность (в сходных условиях одно и то же событие происходит неодинаково в результате влияния многих факторов различного генеза).

3. Наличие противоборствующих тенденций, столкновение интересов (военные действия, межнациональные конфликты и другое).

4. Вероятностный характер научно-технического прогресса (практически невозможно определить конкретные последствия тех или иных научных открытий, технических изобретений).

5. Неполнота, недостаточность информации об объекте, процессе, явлении (причина, приводящая к ограниченности человека в сборе и переработке информации, при постоянной ее изменчивости).

6. Ограниченность, материальных, финансовых, трудовых и других ресурсов при принятии и реализации решений.

7. Невозможность однозначного познания объекта при сложившемся уровне и методах научного познания и ограниченность сознательной деятельности человека, существующие различия в социально-психологических установках, оценках, поведении.

Наличие неопределенностей значительно усложняет процесс выбора оптимальных решений и может привести к непредсказуемым результатам и реализации опасностей. По времени возникновения неопределенности распределяются на ретроспективные, текущие и перспективные. Необходимость учета фактора времени при оценке эффективности принимаемых решений обусловлена тем, что эффект может быть распределен во времени.

В любой деятельности можно выделить три типа ситуации:

- ситуация определенности, когда выбор конкретных действий из множества всегда возможных приводит к известному, точно определенному результату;

- ситуация риска, при которой выбор конкретных действий, может привести к любому исходу из их фиксированного множества, и для каждой альтернативы известны вероятности осуществления возможного исхода и каждая альтернатива характеризуется конечной вероятностным множеством;

- ситуация неопределенности характеризуется тем, что выбор конкретного способа действий может привести к любому исходу из фиксированного множества исходов, но вероятности их осуществления неизвестны.

Ситуация риска характеризуется следующими признаками:

- наличие неопределенности;
- необходимость выбора альтернатив действий (при этом отказ от выбора также является разновидностью выбора);
- возможность оценить вероятность осуществления выбранной альтернативы, так-так в ситуации неопределенности вероятность наступления событий в принципе не может быть установлена.

Ситуация риска - это разновидность ситуации неопределенности, когда наступление событий вероятно и может быть определено. Иными словами, риск - это оцененная любым способом вероятность, а неопределенность - это то, что не поддается оценке, и развивается по определенному сценарию. Сценарий угрозы - критическая ситуация, сложившаяся к определенному времени и определяемая основной угрозой совместно с одним или несколькими сопутствующими условиями, которая может привести к нежелательному событию – реализации риска.

Таким образом, риск - это мера сочетания вероятности возник-

новения или частоты появления определенной угрозы и масштаба последствий. Последствия - возможный результат события (при анализе рисков, обычно нежелательных). Нежелательное событие - событие или условие, которое может вызвать травмы людей, нанести ущерб окружающей среде или привести к материальным потерям.

Последствия могут быть выражены вербально или численно через показатели человеческих потерь, количества пострадавших, экономических потерь, ущерба окружающей среде, убытков, понесенных пользователями здания и общественностью, и т.д. Следует включать как прямые последствия, так и наступающие по истечении определенного времени.

Риск - количественная оценка опасности. Определяется как частота или вероятность возникновения одного события при наступлении другого события. Обычно это безразмерная величина - лежащая в пределах от 0 до 1. Может определяться и другими удобными способами.

Риск имеет три основных природы происхождения: субъективную, объективную, и субъективно-объективную.

Субъективная сторона заключается в том, что риск связан с выбором определенных альтернатив, расчетом вероятности их исхода. Помимо этого, субъективная сторона (природа риска) проявляется и в том, что люди неодинаково воспринимают одну и ту же величину риска в силу различий психологических, нравственных, идеологических ориентаций, установок и т.д.

Объективную природу риска обуславливает вероятностная сущность многих природных, социальных, технологических и иных процессов. Объективность риска проявляется в том, что понятие риск отражает реально существующие в жизни явления, процессы, стороны деятельности. Причем риск существует независимо от того, осознают ли его наличие или нет, учитывают или игнорируют его.

Субъективно-объективная природа риска определяется тем, что риск порождается процессами, как субъективного характера, так и таковыми, существование которых не зависит от человека.

Риск характеризуется рядом функций. Стимулирующая функция риска:

- конструктивный аспект, состоящий в исследовании источников риска при проектировании технологических процессов и систем, конструировании специальных устройств, исключающих или снижающих возможные последствия риска;

- деструктивный аспект, который проявляется в том, что реализация решений с неисследованным или необоснованным риском может приводить к реализации опасностей с непредсказуемыми последствиями.

Защитная функция риска:

- историко-генетический аспект состоит в том, что человек вынужден искать средства и формы защиты от нежелательной реализации риска;

- социально-правовой аспект заключается в объективной необходимости законодательного закрепления понятия «правомерности риска», правового регулирования страховой деятельности;

Компенсирующая функция риска может обеспечить положительная эффект (компенсация) в случае благоприятного исхода (реализации шанса).

В общей классификации рисков различают экологические, транспортные, политические, технические, промышленные и иные риски, связанные с различными видами деятельности.

Экологические риски связаны с загрязнением окружающей среды и обусловлены преобразующей деятельностью человека. Транспортные риски связаны с воздушными, морскими и речными судами, железнодорожным подвижным составом и автомобилями во время движения, стоянки (простоя) и ремонта. Политические риски связаны с противоправными действиями с точки зрения норм международного права, с мероприятиями или акциями правительств иностранных государств в отношении данного суверенного государства или граждан этого суверенного государства.

Технические риски проявляются в форме аварий по причине внезапного выхода из строя машин и оборудования или сбоя в технологии производства. Причинами технических рисков могут быть ошибки управления, монтажа, нарушения технологии, небрежность в работе и другие ошибки, которые приводят к преждевременным отказам, выходу из строя машин и оборудования. Технические риски также сопутствуют строительству новых объектов и их дальнейшей эксплуатации. Среди них выделяют строительно-монтажные и эксплуатационные риски. К строительно-монтажным рискам относятся утери или повреждения строительных материалов и оборудования, нарушения функционирования объекта вследствие ошибок при проектировании и монтаже, нанесения физического ущерба персоналу, занятому на объекте.

Технические риски подразделяются по виду:

- машины и оборудование – промышленные риски;
- здания, сооружения, передаточные устройства – строительные (строительно-монтажные) риски;
- приборы, вычислительная техника, средства связи – электротехнические риски;
- транспортные средства – транспортные риски и другие.

Промышленные риски – это опасность нанесения ущерба предприятию и третьим лицам вследствие нарушения нормального хода производственного процесса, повреждения или утери производственного оборудования и транспорта, разрушение зданий и сооружений в результате воздействия внешних (природных) и внутренних (антропогенных) факторов.

Для промышленного производства наиболее часто встречающимся является риск возникновения отказов машин и оборудования, возникновения аварийной ситуации. Это может произойти в результате событий различного характера:

- природного характера - землетрясение, наводнение, оползни, ураган и другие;

- техногенного характера - износ зданий, сооружений, машин и оборудования, ошибки при его проектировании или монтаже, ошибки персонала, повреждение оборудования при строительных и ремонтных работах, падение летательных аппаратов или их частей и другое.

- смешанного характера - нарушение природного равновесия в результате техногенной деятельности человека (например, возникновение оползня при строительных работах).

Указанные события вызывают ряд неблагоприятных последствий: взрыв, пожар, поломка механизмов и оборудования, нанесение ущерба окружающей среде и персоналу, нанесение ущерба третьим лицам, снижение производства продукции и остановка производства и иные последствия.

Риск имеет математически выраженную вероятность наступления определенного события, которая опирается, прежде всего, на статистические данные или экспертные оценки и может быть математически рассчитана. Для оценки риска необходимо описать как можно больше возможных вариантов развития событий в будущем, соответствующих данному риску (возможные исходы принятия решений или случайные события) и определить вероятности наступления каждого из этих вариантов (случайных событий).

Вероятность наступления события (вероятностная мера риска) может быть определена объективным или субъективным методом.

Объективный метод имеет следующие разновидности:

1. Прямой вероятностный (статистический) метод, основанный на вычислении относительной частоты, с которой происходит случайное событие: если в  $n$  испытаниях случайное событие наблюдается  $m$  раз, то его вероятность находится по формуле:  $p = m / n$ .

При этом следует учитывать следующие ограничения:

- сумма вероятностей всех событий равна 1;

- вероятность отдельного события должна быть больше или равна 0 и меньше 1.

Этот метод является наиболее предпочтительным в том случае, когда имеется обширная и достаточно надежная ретроспективная информация об оцениваемом объекте.

На основе вероятностей рассчитываются стандартные статистические характеристики риска:

- математическое ожидание - средневзвешенное всех возможных результатов, где в качестве показателей используются вероятности их достижения;

- дисперсия - представляет собой средневзвешенное из квадратов отклонений случайной величины от ее математического ожидания (т.е. отклонений действительных результатов от ожидаемых), мера разброса;

- стандартное отклонение – определяется как квадратный корень из дисперсии и показывает степень разброса возможных результатов по проекту;

- коэффициент вариации - показывает, какую долю среднего значения случайной величины составляет ее средний разброс;

- коэффициент корреляции - показывает связь между переменными, состоящую в изменении средней величины одной из них в зависимости от изменений другой.

Описанные выше критерии применяются к нормальному распределению вероятностей, т.к. его важнейшие свойства (симметричность распределения относительно средней, ничтожная вероятность больших отклонений случайной величины от центра ее распределения) позволяет существенно упростить анализ.

Методический учет неопределенных факторов, закон распределения которых неизвестен, базируется на формировании специальных критериев, на основе которых принимаются решения.

2. Приближенный вероятностный метод используется, когда не удастся получить необходимое распределение вероятностей по всем вариантам развития событий. Множество вариантов при этом упрощают в расчете, чтобы полученная грубая модель оказалась полезной.

3. Косвенный (качественный) метод. Если применение точной или приближенной вероятности модели оказывается практически невозможным, используется измерение каких-то других показателей, косвенно характеризующих рассматриваемый риск и доступных для практического измерения. Этот метод дает лишь качественную оценку риска.

Субъективный метод базируется на использовании субъективных критериев, основанных на различных предположениях, к которым

могут относиться, например, суждения принимающего решение, его личный опыт, оценка эксперта, консультанта и другое.

## **5.2. Анализ рисков**

Оценка опасности объекта позволяет определить вероятность, с которой он может стать источником потоков и уровень причинения ущерба при их реализации и в обобщенном виде, включает в себя несколько этапов [41, 55].

На первом этапе, на объекте выделяются структурные составляющие, содержащие опасные потоки или создающие опасные воздействия. На следующем этапе необходимо определить, какие причины могут привести к реализации опасностей. Обычно их объединяют в несколько групп:

- отклонения технологических параметров и возникновение спонтанных реакций;
- неисправность структурных составляющих объекта, систем управления и обеспечения контроля;
- ошибка оператора;
- нарушение системы административного управления;
- внешние события.

Далее выполняется анализ сценариев реализации опасности, определяется вероятность различных видов реализации опасности и причиняемый при этом ущерб.

В структуре мероприятий по оценке опасности объекта заключительным этапом является оценка и анализ рисков. Оценка рисков - сравнение результатов анализа рисков с критериями приемлемости риска и другими критериями принятия решений. Анализ рисков - систематический подход к описанию и (или) расчету рисков. Анализ рисков включает идентификацию нежелательных событий, причин, вероятностей и последствий этих событий. Степень риска - это вероятность наступления случая потерь, а также размер возможного ущерба от него.

При анализе рисков выполняются следующие работы:

- полное описание предмета, исходных данных и цели анализа рисков;
- подробное документирование всех технических, экологических, организационных и человеческих факторов, относящиеся к анализируемой проблеме, и предпринимаемые при ее анализе действия;
- приводятся все предпосылки, допущения и упрощения, сделанные при анализе рисков.

При анализе риска используются качественный, состоящий из описательной части и количественный, включающий расчетную часть методы.

Качественный анализ рисков включает в себя идентификацию источников, сценарий угроз, описание последствий, определение мер. В рамках качественной части анализа рисков проводят идентификацию всех угроз и соответствующих сценариев угроз. Такая идентификация является ключевой задачей при анализе рисков и требует подробного изучения и точного понимания системы. Для этих целей разработан целый ряд методов, позволяющих выполнять эту часть анализа (например, дерево отказов, дерево событий, дерево принятия решений, причинная сеть и другое).

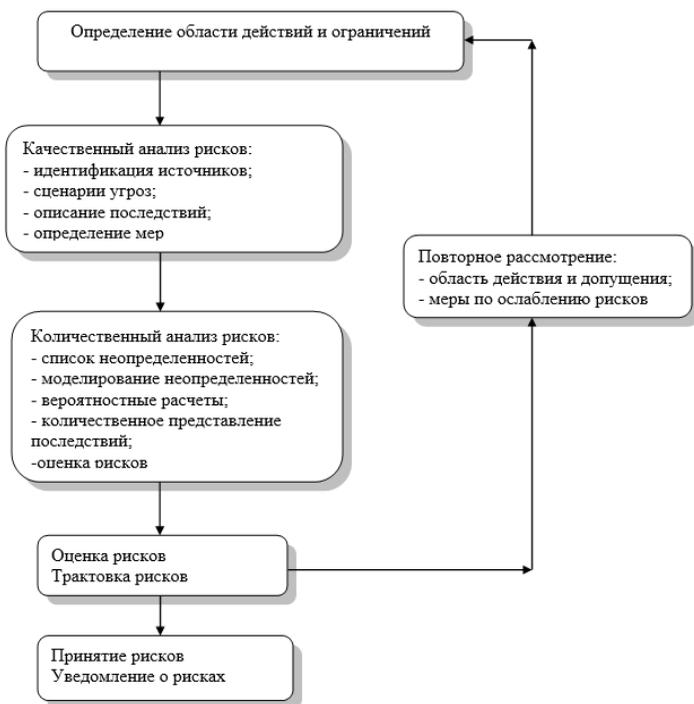


Рисунок 7 - Обзор действий при анализе рисков

Например, при анализе строительных рисков следующие условия могут представлять угрозу для конструкции:

- высокие значения обычных воздействий;
- низкие значения сопротивления материалов, возможно, вследствие ошибок или непредусмотренного износа;

- грунтовые условия и иные влияния окружающей среды, не предусмотренные в проекте;

- особые воздействия, такие как пожар, взрыв, наводнение (включая размывы), удар или землетрясение;

- неустановленные особые воздействия.

При определении сценариев угроз следует учитывать следующее:

- прогнозируемые или известные переменные воздействия на конструкцию;

- условия внешней среды;

- запланированная или действующая программа обследования конструкций;

- общая концепция конструкции, рабочий проект, применяемые строительные материалы и возможные слабые места, в которых возможно возникновение повреждений или износа;

- вид и степень повреждений вследствие идентифицированного сценария угрозы, а также последствия повреждений.

Необходимо определить основной режим использования конструкции, для того чтобы выяснить последствия, влияющие на ее безопасность, в случае отказа при возникновении основной угрозы совместно с вероятными сопутствующими воздействиями.

Количественный анализ рисков включает в себя список и моделирование неопределенностей, вероятностные расчеты, количественное представление последствий, оценка рисков. В рамках количественной части анализа рисков производят оценку вероятностей для всех нежелательных событий и их последствий.

Показатели вероятности частично базируются на инженерных оценках и поэтому могут существенно отличаться от фактической частоты отказов. Если отказы можно выразить численно, то риск может быть представлен математическим ожиданием последствий нежелательного события.

Анализ рисков прекращают на соответствующем уровне, принимая во внимание, например, следующее:

- цели анализа рисков и необходимые решения;

- ограничения, принятые на ранних этапах анализа;

- доступность релевантных (уместных) или точных данных;

- последствия от наступления нежелательных событий.

Начальные допущения, на которых основан анализ, должны быть рассмотрены повторно после получения результатов анализа. Чувствительность к факторам, учитываемым при анализе, должна быть определена количественно.

После установления уровня риска принимается решение о необ-

ходимости указания защитных мер (конструктивных либо неконструктивных). Для установления приемлемости риска в большинстве случаев применяют принцип - риск настолько низкий, насколько целесообразно. В соответствии с этим принципом указывают два уровня риска. Если риск ниже нижней границы общего приемлемого диапазона, защитные меры не применяют. Если риск выше верхней границы общего приемлемого диапазона, то риск рассматривают как неприемлемый. Если уровень риска находится между нижней и верхней границей, проводят поиск экономически оптимального решения.

При оценке рисков для определенного периода времени, относящегося к событию отказа, на основании последствий отказа учитывается ставка дисконтирования, представляющая собой процентную ставку, используемую для пересчета будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости.

Уровни приемлемости риска устанавливают, обычно применяя следующие два критерия:

1. Уровень риска, приемлемый для индивидуума - риски для индивидуума выражаются обычно как процент несчастных случаев со смертельным исходом. В отношении определенного вида деятельности риски могут быть выражены вероятностью смерти в течение одного года или вероятным периодом времени появления одного смертельного случая.

Вероятность получения травмы человеком в различных сферах его жизнедеятельности оценивается величиной индивидуального риска  $R$ . При наличии соответствующих статистических данных величину риска определяют по формуле:

$$R = \frac{N_{mp}}{N},$$

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

Количественным показателем производственного травматизма являются:

- 1) коэффициент частоты травматизма:  $K_{ч} = \frac{N_{mp}}{N} 1000$  ;
- 2) коэффициент частоты несчастных случаев с летальным исходом:

$$K_{ли} = \frac{N_{ли}}{N} 1000 ,$$

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

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

$$R_{тр} = \frac{K_n}{1000}; R_{ли} = \frac{K_{ли}}{1000}.$$

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

$$R_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n R_i \quad (10)$$

где:  $R_{\Sigma}$  - суммарный риск от  $n$  последовательных событий;  $R_i$  - вероятность индивидуального события.

2. Уровень риска, приемлемый для общества - социальная приемлемость риска для человеческой жизни, которая может изменяться со временем, представленная зачастую в виде диаграммы  $F-N$ , показывающей максимальную годовую вероятность  $F$  несчастного случая с количеством человеческих потерь более чем  $N$ . Уровни приемлемости риска обычно устанавливаются в рамках конкретного проекта.

В качестве альтернативы уровня риска, приемлемого для общества применяется концепция стоимости предотвращения смертельного случая или индекс качества жизни.

Критерии приемлемости допускается устанавливать, руководствуясь определенными национальными положениями и требованиями, определенными нормами и стандартами, опытными данными и (или) теоретическими знаниями, которые можно применять как основу для решений, касающихся приемлемого риска. Критерии приемлемости допускается выражать качественно или численно.

В случае качественного анализа рисков применяют следующие критерии:

- основная цель должна заключаться в минимизации риска без существенных дополнительных расходов;
- для последствий необходимо принимать решение о том, принять ли риск для данного сценария или предпринять меры по снижению риска;
- для последствий, рассматриваемых как неприемлемые, следует предпринимать соответствующие меры по снижению риска.

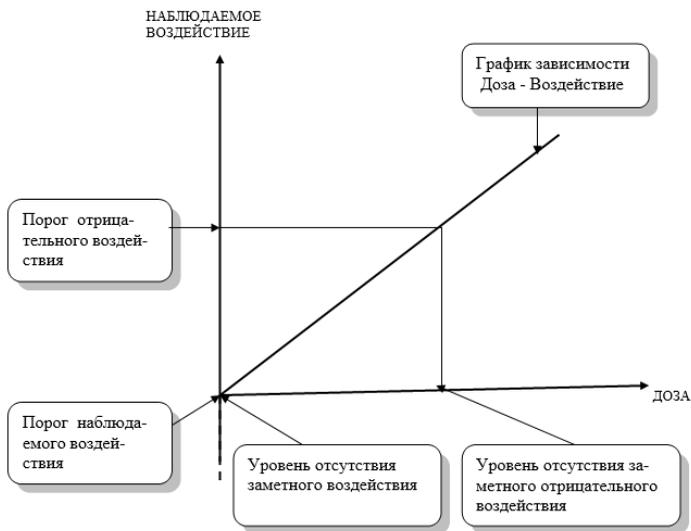


Рисунок 8 - Зависимость «Доза – Воздействие»

Применяются следующие меры по снижению риска:

- исключение или снижение опасности, например, посредством соответствующих расчетов, изменения концепции проекта и посредством мер, направленных на снижение опасности и другое;
- исключение опасности путем изменения концепции проекта или условий использования сооружения, например, путем применения мер по защите конструкций и другое;
- контроль опасности, например, посредством проведения обследований, установкой систем оповещения и контроля;
- преодоление опасности, например, путем обеспечения повышенной прочности и живучести, обеспечения альтернативных путей передачи нагрузок конструкции за счет резервирования (статической неопределимости) или устойчивости к износу и другое;
- допущение контролируемого обрушения конструкции при сохранении малой опасности для жизни и здоровья людей.

Повторное рассмотрение в анализе рисков включает область действия и допущения, меры по ослаблению рисков. Область действия, расчеты и допущения подвергаются повторной оценке в отношении сценариев до тех пор, пока не будет возможно утвердить конструкции совместно с применяемыми мерами по снижению риска.

Результаты качественного и количественного анализа рисков

представляют в виде перечня последствий с указанием вероятностей, а степень приемлемости согласовывают со всеми заинтересованными сторонами. Указываются все данные, применявшиеся при анализе рисков, и источники их получения. Должны быть резюмированы все основные допущения, предпосылки и упрощения, установленные при анализе рисков, чтобы прояснить обоснованность и ограничения анализа рисков. Указываются рекомендации по применению мер, направленных на снижение риска, базирующиеся на выводах анализа рисков.

### **5.3. Концепция приемлемого риска**

Традиционная безопасность жизнедеятельности базируется на категорическом императиве — обеспечить безопасность, не допустить никаких аварий. Требование абсолютной безопасности, не может быть реализовано, потому, что обеспечить нулевой риск в действующих системах невозможно.

В современных условиях используется концепции приемлемого (допустимого) риска, суть которой в стремлении к такой безопасности, которую приемлет общество в данный период времени. Концепция приемлемого риска - система взглядов для обеспечения природной и техногенной безопасности в стране, рационального планирования мероприятий по обеспечению безопасности нынешнего поколения людей с учетом социальных и экономических факторов. Критерии приемлемости риска - приемлемые границы для вероятности наступления определенных последствий нежелательного события, которые выражаются в виде годовой частоты появления. Эти критерии обычно определяются органами власти с целью установления уровня риска, приемлемого для людей, с одной стороны, и общества, с другой.

Восприятие общественностью риска и опасностей субъективно. Люди резко реагируют на события редкие, сопровождающиеся большим числом одновременных жертв. В то же время частые события, в результате которых погибают единицы или небольшие группы людей, не вызывают столь напряженного отношения. Ежедневно на производстве погибает несколько десятков человек, в целом по стране от различных опасностей лишаются жизни тысячи человек в день. Но эти сведения менее впечатляют, чем гибель 5-10 человек в одной аварии или каком-либо конфликте. Эту субъективность в оценке необходимо учитывать при рассмотрении проблемы приемлемого риска.

Приемлемый риск сочетает в себе технические, экономические, социальные и политические аспекты и представляет некоторый компромисс между уровнем безопасности и возможностями ее достижения. При этом экономические возможности повышения безопасности

технических систем не безграничны. При увеличении затрат технический риск снижается, но растет социальный. Затрачивая чрезмерные средства на повышение их безопасности, можно нанести ущерб социальной сфере. Риск имеет минимум при определенном соотношении между инвестициями в техническую и социальную сферы, что необходимо учитывать при выборе уровня риска, с которым общество пока вынуждено мириться.

Неприемлемый риск - максимальный риск, выше которого необходимо принимать меры по его устранению. В целом принято, что неприемлемый риск имеет вероятность реализации негативного воздействия более  $10^{-3}$ , приемлемый — менее  $10^{-6}$ . При значениях риска от  $10^{-3}$  до  $10^{-6}$  принято различать переходную область значений риска.

Социально-приемлемые для общества в целом и отдельного человека критерии безопасности техники:

- для общества - математическое ожидание ущерба не более 1% общественных затрат на создание, эксплуатацию и уничтожение объекта;
- для индивидуума из населения - вероятность смерти или тяжелой травмы не выше бытовой или от случайных поражающих факторов;
- для индивидуума из персонала, обслуживающего объект - не выше, чем для менее опасных профессий.

Уровни приемлемого риска устанавливаются в каждой стране. Законодательно для нормирования воздействия от предприятия ядерного топливного цикла, например, рекомендуются следующие значения риска в расчете на человека в год: персонал предприятий —  $1 \cdot 10^{-5}$ ; население в санитарно-защитной зоне —  $1 \cdot 10^{-6}$ ; остальное население региона —  $1 \cdot 10^{-7}$ ; население за пределами данного региона с учетом трансграничных и глобальных эффектов —  $1 \cdot 10^{-8}$ . Для объектов специальной техники предложены социально-приемлемые критерии безопасности для общества в целом - математическое ожидание ущерба не более 1 % общественных затрат на создание, эксплуатацию и уничтожение объектов спецтехники. Для индивидуума из населения — вероятность смерти или тяжелой травмы не выше бытовой или от случайных поражающих факторов, для индивидуума из персонала — не выше, чем для наименее опасных профессий. Средней величиной приемлемого риска в профессиональной сфере обычно принимают  $2,5 \cdot 10^{-4}$  гибели человека в год. Условия профессиональной деятельности считаются безопасными, если риск для персонала ниже приемлемого, и опасными, если превышает этот порог. Приемлемый уровень риска для отдельных категорий персонала — вредных производств, сотрудников силовых структур — может быть выше, чем для других профессий в силу их специфического предназначения, но тогда для этой категории

должны быть предусмотрены социально-экономические компенсации.

В некоторых странах приемлемые риски установлены в законодательном порядке. Максимально приемлемым уровнем индивидуального риска гибели обычно считается  $10^{-6}$  в год. Пренебрежительно малым считается индивидуальный риск гибели  $10^{-8}$  в год. Максимально приемлемым риском для экосистем считается тот, при котором может пострадать 5% видов биогеоценоза. Приемлемые риски на 2-3 порядка строже фактических. Следовательно, введение приемлемых рисков прямо направлено на защиту человека и окружающей среды.

#### **5.4. Управление рисками**

Любая деятельность содержит определенный риск реализации опасности и воздействия на человека и окружающую среду потоков вещества, энергии и информации, причинения ущерба различного уровня. В общем случае под риском понимают возможность наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой различного рода потери.

Вся деятельность тесно связана риском реализации опасности приводящая к негативному воздействию на человека и окружающую среду потоков вещества, энергии и информации, причинения ущерба. В целях недопущения наступления некоторого неблагоприятного события, влекущего за собой различного рода потери необходимо оценивать степень и управлять риском.

Управление рисками - систематические меры, направленные на изменение риска, предпринимаемые определенной организацией для достижения и поддержания уровня безопасности, соответствующего поставленным целям. Управление риском охватывает процессы, политику, устройства, методы и другие средства, используемые для модификации риска. Управление рисками представляет собой процесс целенаправленного воздействия на систему (механическую, технологическую, биологическую, социальную) несущую опасность в результате которого достигается ее упорядоченность и развитие в соответствии с поставленными целями. В рассматриваемом аспекте целью управления является недопущение реализации опасности на объекте. При этом управление не всегда может привести к ожидаемым результатам изменения риска. Выполнение совокупности методов, форм и средств управления риском, позволит использовать производство наиболее эффективно [41, 55, 73].

Всякая деятельность осуществляется в условиях определенных ограничений, которые обуславливаются факторами внешней среды или самого объекта. Могут иметь место ограничения в отношении дея-

тельности по управлению рисками. Управление рисками включает в себя ряд этапов, к которым относится выявление и анализ рисков, принятие решений и мониторинг рисков.

Первый этап - выявление и анализ рисков включает в себя идентификация рисков, составление реестра, качественную и количественную оценку рисков, анализ используемых на объекте методов контроля и снижения выявленных рисков. При этом необходимо учитывать многообразие рисков, и тот факт, что при реализации опасности обычно существуют различные варианты воздействия на объект и сам объект по-разному реагирует на эти воздействия. Результатом реализации этого этапа является максимально возможный перечень рисков, действующих на объект.

Следующей стадией является качественная и количественная оценка выявленных на первом этапе рисков. Это необходимо для сравнения рисков между собой, оценки их приемлемости или опасности для объекта. Основной проблемой анализа рисков является необходимость оценки вероятности и последствий событий, которые еще не произошли. В ряде случаев необходимо проводить анализ событий, которые никогда не происходили с рассматриваемым объектом, при ограниченном объеме доступной информации. Поэтому достаточно сложным является поиск подходящих методов расчетов и исходных данных, а также оценка надежности полученных результатов. По итогам выполнения данного этапа для каждого идентифицированного риска определяются численные значения вероятности, последствий и иных показателей, характеризующих степень опасности.

Анализ риска является непрерывный процессом, так как при деятельности объекта появляются новые данные, существующая информация пополняется и уточняется. В результате создается надежная информационная основа управления риском объекта, что позволит принимать более взвешенные и эффективные решения по недопущению реализации опасностей.

Все выявленные и измеренные риски несут в себе разную угрозу для организации. Поэтому необходимо провести ранжирование рисков по степени опасности на основании установленных критериев, которые позволят разделить все риски на группы по их значимости для объекта. При анализе последствий определяют характер и тип воздействия, которое может произойти при возникновении конкретного события, ситуации или обстоятельств. Событие может оказать несколько воздействий различной значимости, повлиять на достижение нескольких целей и затронуть интересы причастных сторон организации. Вовлеченные причастные стороны и типы последствий, которые необхо-

димо проанализировать, определяют при установлении области применения оценки риска.

Анализ последствий может изменяться от простого описания результатов до детализированного количественного моделирования ситуации, процессов и анализа уязвимостей. Воздействия могут иметь небольшие последствия, но высокую вероятность появления или значимые последствия и низкую вероятность появления, а также любой промежуточный вариант. В некоторых случаях уместно сосредоточиться на опасных событиях с очень опасными последствиями, поскольку именно эти события вызывают наибольшее беспокойство. В других случаях важно проанализировать отдельно последствия с высокой и низкой значимостью для организации. Например, часто повторяющиеся, незначительные по воздействию события могут иметь большие совокупные или долгосрочные последствия. Кроме того, действия по обработке этих ситуаций риска зачастую различны, поэтому их полезно проанализировать отдельно.

Анализ последствий может включать в себя следующее:

- учет существующих методов управления риском, направленных на снижение последствий и всех сопутствующих факторов, влияющих на последствия;
- исследование взаимосвязи последствий опасного события и установленных целей;
- раздельное изучение отдаленных последствий события и происходящих в настоящий момент времени, если они включены в область применения оценки риска;
- рассмотрение вторичных последствий, таких как последствия, воздействующие на взаимосвязанные системы, виды деятельности, оборудование или организацию.

Сравнительная оценка риска включает в себя сопоставление уровня риска с критериями риска, установленными для определения типа риска и его значимости. Сравнительная оценка риска использует информацию о риске, полученную при анализе риска. Результаты сравнительной оценки риска используют для принятия решений о будущих действиях. Этические, юридические, финансовые и другие вопросы, а также восприятие риска организацией могут повлиять на принятие решения. Принимаемые решения затрагивают вопросы необходимости, приоритета и выбора способа обработки риска и необходимость выполнения действий. Оценку рисков выполняют прямыми и косвенными методами [41, 53].

Выбор прямого или косвенного метода зависит от целей оценки рисков, имеющегося объема статистической информации и особенно-

стей решаемых задач.

Прямые методы используют статистическую информацию по выбранным показателям риска или непосредственно показатели ущерба и вероятности их наступления. При наличии статистической информации, достаточной для достижения требуемой точности оценки, значение показателя риска оценивают (прогнозируют), используя в общем случае методы многомерного статистического анализа. Для обеспечения требуемой точности оценки риска при недостаточности статистической информации используют статистический по объединенной выборке, вероятностно-статистический или экспертно-статистический методы.

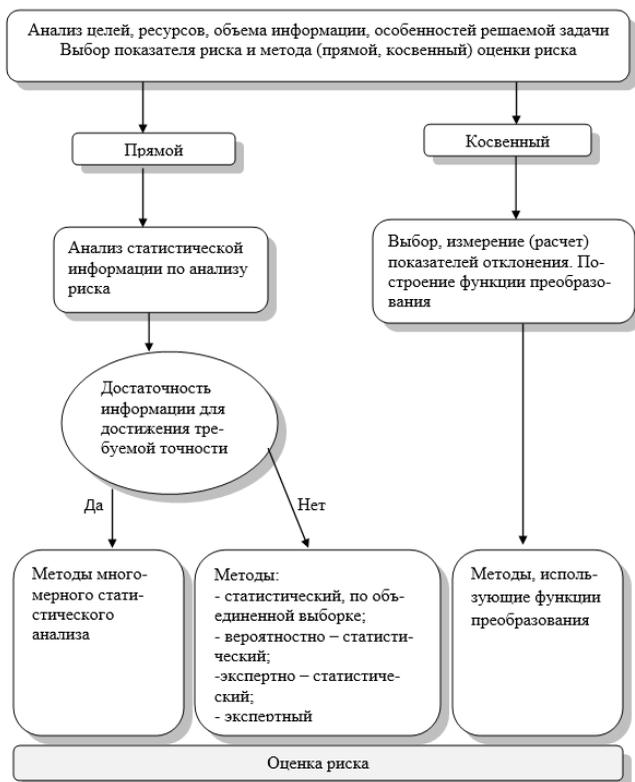


Рисунок 9 - Порядок оценки рисков

Если отсутствует статистическая информация о значениях выбранных показателей рисков или требуется установить влияние опасностей на риски (например, частично решить задачу управления охраной здоровья и обеспечения безопасности труда), то расчет рисков проводят экспертными методами. При этом определяют (идентифицируют) опасности, их возможные проявления и последствия проявлений - ущербы здоровью и жизни работников и вероятности их наступления.

Косвенные методы оценки рисков используют показатели, характеризующие отклонение существующих (контролируемых) условий (параметров) от норм и имеющие причинно-следственную связь с рисками. К таким показателям, например, относят отклонение значений (измеренных или рассчитанных) вредных и (или) опасных производственных факторов (концентрация, доза, уровень и т.д.) от предельно допустимых концентраций, уровней и других известных предельных значений или отношений не выполненных на рабочем месте нормативных требований охраны труда к их общему количеству.

Ранее установленные критерии на данном этапе должны быть повторно и более подробно рассмотрены с точки зрения уже полученных данных об идентифицированных опасностях и риске.

Наиболее простая структура для определения критериев риска - это установление одного уровня, разделяющего опасности и риск, требующие обработки, от тех, которые подобных действий не требуют. Применение такой структуры приводит к простым и понятным результатам, однако не отражает неопределенность, присущую оценке риска и установленному пограничному уровню риска. Решение о необходимости и способах обработки риска зависит от затрат и преимуществ, принятия риска и улучшения управления риском.

В соответствии с общим подходом следует разделить риск на три группы.

- высшая группа, в которой уровень риска является недопустимым, безотносительно преимуществ принятия риска и доходов, получаемых от деятельности организации, обработка риска является необходимой независимо от затрат.

- средняя группа, для которой затраты и преимущества принятия риска следует учитывать, а возможности соотносить с последствиями.

- низшая группа, в которой уровень риска незначителен или настолько мал, что необходимость в обработке риска отсутствует.

Для отнесения риска к низшей группе (низкий, насколько реально возможно), используемой в сфере безопасности, применяют следующий подход. Для низкого риска в средней группе устанавливают скользящую шкалу, в которой затраты и преимущества могут быть

непосредственно сопоставлены, а возможный вред от событий с высоким риском следует снижать до тех пор, пока стоимость дальнейшего снижения риска не превысит полученные преимущества.

После идентификации рисков и их ранжирования по выбранным критериям, формируется перечень рисков, сгруппированных по степени значимости. В нем обычно выделяют категории критических (неприемлемых), допустимых и пренебрежимо малых рисков. Кроме того, в списке выделяются те из них, которые требуют особого внимания и те, обработку которых можно производить в зависимости от наличия возможностей и ресурсов

Большое количество видов рисков влечет и многообразие мер управления ими, которые объединяются обычно по следующим направлениям: полностью избежать риск, изменить риск до приемлемого уровня, передать риск кому-то другому, принять риск на себя. Эти подходы могут применяться обособленно или комбинироваться между собой. Все возможные меры управления конкретными рисками, после оценки их достоинств и недостатков, а также возможность применения в существующих условиях, могут быть сгруппированы в зависимости от того, какой из указанных принципов лежит в их основе. При этом, выбор организацией методов управления риском при ограниченности ресурсов, требует сопоставления реальных затрат и возможных событий, учет факта, что обработанные риски могут вообще не наступить. На основании анализа рисков формируется план мероприятий по управлению рисками и предусматриваются соответствующие ресурсы для его исполнения.

Обработка (процесс модификации риска) риска может включать в себя:

- исключение риска путем принятия решения не начинать или не продолжать деятельность, в процессе или в результате которой может возникнуть опасное событие;

- принятие или повышение риска для обеспечения более широких возможностей:

- устранение источников риска;

- изменение правдоподобности или вероятности опасного события;

- изменение последствий опасного события;

- разделение риска с другой стороной или сторонами, путем включения в контракты или финансирования обработки риска;

- обоснованное решение о сохранении риска.

Меры по обработке риска могут включать в себя устранение, предотвращение или снижение риска. При обработке риска могут возникнуть новые риски и могут измениться существующие риски.

Процесс оценки риска выдвигает на первый план область при-

менения оценки риска, а также другие факторы, которые могут подвергнуться изменениям в течение продолжительного времени. Предполагаемые преимущества оценки риска также могут измениться или корректироваться. Такие факторы должны быть четко идентифицированы для процессов непрерывного мониторинга и повторной оценки, так чтобы оценка риска могла обновляться по мере необходимости. Мониторинг - систематические проверки, надзор, обследования и определение состояния, проводимые для идентификации изменений требуемого или ожидаемого уровня функционирования. Мониторингу могут быть подвергнуты структура и процесс управления риском, риск и управление риском. Данные мониторинга оценки риска должны быть идентифицированы и обобщены. Следует проводить мониторинг и регистрацию эффективности методов управления, используемых при анализе риска. Если мониторинг результатов выявил их несоответствие поставленным требованиям, то необходима корректировка на всех или на отдельных этапах управления рисками.

### **5.5. Оценка риска на различных стадиях жизненного цикла**

Каждому виду деятельности, проектирования и разработки продукции соответствует свой жизненный цикл: от концепции и разработки до стадии полного завершения эксплуатации (использования), которая, например, может предусматривать демонтаж и утилизацию оборудования.

Жизненный цикл - последовательные и взаимосвязанные стадии системы жизненного цикла продукции от приобретения или производства из природных ресурсов или сырья до окончательного размещения в окружающей среде. Оценка жизненного цикла заключается в сборе информации, сопоставлении и оценки входных потоков, выходных потоков, а также возможных воздействий на окружающую среду на всем протяжении жизненного цикла продукции. Оценка жизненного цикла включает в себя рассмотрение всего жизненного цикла продукта от добычи сырья и его приобретения, включая производство энергии, материала и изготовления, до применения продукта и последующего прекращения его использования и окончательной утилизации. При помощи проведения такого систематического анализа и учета перспективы появляется возможность идентификации или исключения смещения потенциальной экологической нагрузки между стадиями жизненного цикла или индивидуальными процессами [41, 87, 98].

Система оценки жизненного цикла позволяет провести оценку ресурсных потоков каждого звена производственной цепочки, тем самым

давая возможность управлять и изменять входные и выходные потоки, и, как следствие, повышать интегральную ресурсную эффективность производства и минимизировать воздействие на окружающую среду.

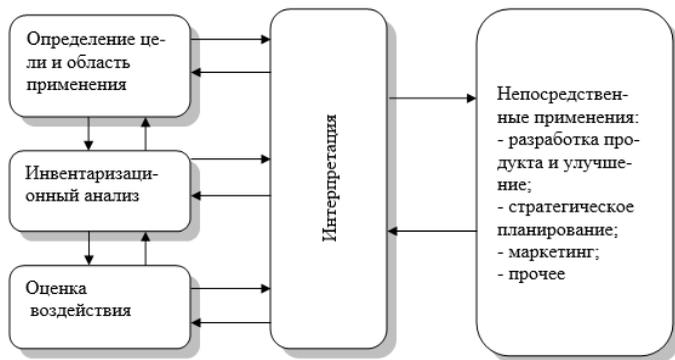


Рисунок 10 - Связь между стадиями оценки жизненного цикла продукта

При определении цели и области применения устанавливают цель исследования и границы изучаемой системы (временные и пространственные) с возможностью пересмотра и корректировки принятых параметров. На стадии инвентаризационного анализа жизненного цикла собираются данные о входных и выходных потоках материи и энергии, вовлеченных в производство. Оценка воздействия на протяжении жизненного цикла или оценка значимости потенциальных воздействий на окружающую среду, проводится по результатам инвентаризационного анализа. Задачей интерпретации жизненного цикла является разработка рекомендаций по минимизации вредных воздействий на окружающую среду.

Анализ жизненного цикла позволяет предприятиям:

- выбрать критерий для определения потребностей в ресурсах, необходимых для функционирования системы
- выделить определенные компоненты системы, которые направлены на рациональное использование ресурсов
- сравнить альтернативные варианты материалов, продукции, процессов производства.

Представляя собой количественную оценку экологического воздействия, анализ жизненного цикла может быть использован для улучшения экологических аспектов продукции на различных стадиях

ее жизненного цикла. Он может применяться на уровне организации при стратегическом планировании, определении приоритетов, проектировании продукции или процесса.

Оценка риска применяется на всех стадиях жизненного цикла. Обычно ее многократно используют с различными уровнями детализации на каждой стадии жизненного цикла для принятия решений. Для разных стадий жизненного цикла установлены различные требования и применимы различные методы оценки риска. На стадии концепции и технико-экономического обоснования, когда идентифицируют возможные перспективы использования объекта, оценка риска может быть использована для принятия решения о продолжении работ. В ситуации, когда существует несколько вариантов, оценка риска используется для оценки альтернативных способов при принятии решения, обеспечивающего наилучший баланс положительного и отрицательного результата при незначительном риске.

На стадии проектирования и разработки оценка риска способствует обеспечению допустимого риска системы, усовершенствованию проекта, исследованию экономической эффективности, идентификации событий, воздействующих на стадии жизненного цикла.

Оценка риска позволяет получить информацию, необходимую при разработке процедур в нормальных и чрезвычайных условиях.

В процессе оценки и управления риском определяются все задачи, которые необходимо решить на различных стадиях жизненного цикла объекта как единой системы и происходит выявление всех опасностей. После этого выполняется оценка рисков путем анализа вероятности и частоты их реализации, производится анализ уровня негативных последствий. Анализ риска выполняется методом его качественной и количественной оценки. Затем он относится к одной из описанных выше групп: высшая, средняя и низшая.

В качестве примера рассмотрим оценку риска на различных стадиях жизненного цикла здания или сооружения. Жизненный цикл здания или сооружения включают в себя следующие основные стадии: идея и инвестирование строительства, подбор земельного участка, проект, тендер, строительство, эксплуатация, реконструкция, утилизация. Все эти стадии будут характеризоваться различными величинами и характером риска.

На стадии идеи строительства определяется видение, которое должно осуществляться в ходе предпроектных работ, результатом которых является область охвата проекта, описываемая содержанием. Содержание определяет не только то, что должно быть получено в результате выполнения проекта, но и то, что не будет получено после

завершения проектных работ. Стоимость проекта – это совокупность стоимостей всех затрат, необходимых для получения результата проекта. Разработка бюджета проекта заключается в суммировании оценок стоимости отдельных видов работ и резервов на непредвиденные расходы с целью формирования базового плана по стоимости. Управление стоимостью проекта – воздействие на факторы, вызывающие отклонения по стоимости, и управление изменениями бюджета проекта. Основной риск стадии идеи и инвестиции проекта – это невозможность реализации проекта в связи с неверным определением сферы проекта, появление незапланированных затрат и отсутствие должного управления.

Анализ риска необходим на стадии концептуального проектирования. В большинстве случаев безопасность здания или сооружения обеспечивается нормативами, которые относятся к соответствующим конструкциям или этапам работ. Для стадии проектирования безопасность может быть достигнута путем применения соответствующих нормативов с учетом возможных рисков. Например, необходимо учитывать необычные и случайные нагрузки на конструктивные элементы: землетрясения, наводнения, сели, сильные ветра, пожары. Это достигается путем проведения детального анализа таких нагрузок, чтобы оценить неопределенность, и их влияние на проектируемые объекты.

При проведении тендеров необходимо оценивать ряд рисков: стоимость, вероятность выхода из рамок бюджета, график строительства, безопасность применяемых технологий, качество конечного продукта и так далее.

На стадии строительства риски включают качество проводимых работ, соблюдение технологий их выполнения, стоимость строительства, безопасность строительных рабочих и другие риски. Методы оценки риска и надежности должны быть взаимосвязаны с контролем качества и производства работ на объекте строительства.

Решения, принимаемые на стадии эксплуатации, связаны с различными рисками. На этом этапе проверяется правильность планирования и проектирования, анализируются риски, связанные с использованием объекта, его надежность, доступность, обслуживание и безопасность. На стадии эксплуатации одной из основных причин реализации опасности является человеческий фактор.

На стадии реконструкции обеспечивается существенное снижение уровня риска, но требует дополнительных затрат. Поэтому в каждом случае реконструкции необходимо применение детальных методов оценки надежности зданий и сооружений. В этом случае целесообразно применение вероятностных методов расчета с использованием

оценки экспертов, истории проекта, результатов мониторинга и наблюдений. Стадия жизненного цикла утилизация сооружения рассматривается на стадиях планирования и проектирования. Она должна осуществляться методами, обеспечивающими минимальное воздействие на окружающую среду и человека.

### **5.6. Управление пожарным риском на предприятии**

Система управления рисками является частью системы управления и охватывает природные, технические, экономические, социальные и другие опасности. Диапазон его применения включает в себя охрану здоровья людей, безопасность, предотвращение экономических потерь и тому подобное. Одним из важнейших направлений в этой сфере является управление пожарными рисками предприятия. Применение системы управления пожарными рисками снизить пожарные опасности, сократить потери, в том числе человеческие, а также постоянно улучшать деятельность предприятия в области управления пожарным риском [42].

Пожарная опасность определяется как возможность возникновения или развития пожара и его неблагоприятных последствий для людей и материальных ценностей. С позиций оценки пожарного риска пожарная опасность рассматривается как размер возможных последствий или как потенциальная опасность для физического объекта или физических условий, которые могут быть причиной (случайной или детерминистической) реализации определенных сценариев пожара.

Пожарная опасность объекта защиты - состояние объекта защиты, характеризующее возможность возникновения и развития пожара, а также воздействия на людей и имущество опасных факторов пожара. Пожарный риск - мера возможности реализации пожарной опасности объекта защиты и ее последствий для людей и материальных ценностей.

Выделяются следующие виды пожарного риска:

- допустимый пожарный риск - пожарный риск, уровень которого удовлетворяет установленным критериям допустимости, обоснован исходя из социально-экономических условий и не требующий внесения изменений в объект защиты;

- индивидуальный пожарный риск - пожарный риск, характеризующий последствия для отдельного человека с учетом его особенностей и который может привести к гибели человека в результате воздействия опасных факторов пожара;

- социальный пожарный риск - пожарный риск, характеризующий последствия для каждого человека и/или группы в целом, степень опасности, ведущей к гибели группы людей в результате воздействия

опасных факторов пожара.

Характеристика видов риска свидетельствует, что, если под пожарным риском понимают вероятность нежелательного последствия, например, смерти, тогда можно провести количественную оценку индивидуального пожарного риска. Обычно ее представляют в виде количества событий за период времени, за который оценивают вероятность возникновения нежелательных последствий для конкретного человека. Риск может быть выражен в виде условий подверженности опасности, например, нахождение в опасном месте. Индивидуальный пожарный риск не зависит от количества людей, в противоположность социальному пожарному риску.

Комбинация последствий для всех вовлеченных сторон связана с общей вероятностью возникновения инцидента. Социальный пожарный риск обычно равен сумме индивидуальных пожарных рисков всех вовлеченных лиц, но может быть представлен в виде отношения интенсивности к количеству подверженных пожару людей или людей, находящихся в опасных условиях, в этом случае социальный пожарный риск выражают в форме, непосредственно сопоставимой с индивидуальным пожарным риском. При подсчете социального пожарного риска следует учитывать, что некоторые последствия для одного человека могут отменять последствия для другого человека. Например, потери, связанные с непрерывностью бизнеса, испытанные одной компанией, могут вызвать увеличение дохода конкурента, не затронутого пожаром.

Реализация опасности пожара на предприятии происходит по различным сценариям.

Сценарий пожара - качественное описание последовательного течения пожара во времени от причины до нежелательного последствия, при этом должны быть идентифицированы ключевые события, которые характеризуют конкретный пожар и отличают его от других пожаров. Сценарий пожара обычно определяет возгорание и процесс развития пожара, описание полностью развитой стадии пожара и стадию распада, а также окружающие условия и систему зданий и сооружений, которые влияют на течение пожара. Кроме того, сценарий пожара используют для детерминированного анализа пожара или оценку пожарного риска.

Проект сценария пожара это установленный сценарий пожара, по которому проводят детерминированный инженерный анализ пожарной опасности, который заключается в разложении исследуемого явления на прямые факторы. Влияние этих факторов можно количественно соизмерить, построив модель непрерывной цепи связей. Пред-

ставительный сценарий пожара - определенный сценарий пожара, выбранный из группы сценариев пожара, в соответствии с предположением, что последствия представительного сценария пожара позволяют провести разумную оценку средних последствий сценариев в данной группе сценариев пожара. Группа сценариев пожара - подмножество сценариев пожара, представляющих собой часть полной группы возможных сценариев пожара, такое, что оценка вероятности сценария может быть задана по группе сценариев пожара.

Уровень значимости оценки пожарного риска на конкретном предприятии определяется наличием определенных условий. Оценка пожарного риска полезна в ситуациях, когда рассматривают сценарии с низкой вероятностью реализации, но высоким уровнем последствий, например, следующие:

- большое количество незащищенных людей, уязвимость которых следует из их состояния: сон, немощность, возрастные особенности, плохое самочувствие или неосведомленность;

- пожар с очень высокой интенсивностью огня;

- большое количество транзитных топливных грузов, особенно в уязвимых областях, например, по путям эвакуации.

Оценка пожарного риска также полезна в ситуациях, когда пространственные характеристики области распространения огня, обычно используемые при детерминированных оценках пожарного риска, являются недостаточными в случае серьезности последствий события. К таким ситуациям относятся случаи, когда:

- большая концентрация имущества на малых территориях;

- большая уязвимость, например, при поддержании чистоты помещений;

- объект, значимость которого не определяется его физическими размерами или стоимостью, например, кабели, управляющие оборудованием, которое предназначено для обеспечения безопасности объекта ядерной энергетики;

- основная форма нанесенного вреда имуществу не связана с прямым повреждением, например, большой пожар может нанести экологический ущерб, существенные потери для репутации или потребовать больших затрат для восстановления предприятия;

- свойства были изменены при использовании, перестройке или реконструкции.

Оценка пожарного риска существенна:

- в ситуации, когда разработанная система пожарной безопасности не может охватить все сценарии пожара на предприятии (в случае, когда детерминированная обработка небольшого числа сценариев по-

жара не охватывает полный пожарный риск);

- в случае, когда вероятность безотказной работы критична для рассматриваемого объекта (обычно требуют проведения оценки пожарного риска, если необходимо подробно оценить защищенность объекта защиты, основанную на отдельной системе пожарной безопасности);

- в случае, когда изменчивость входных параметров оказывает существенное воздействие на результаты (оценка пожарного риска необходима там, где имеются существенные различия в переменных, таких как численность людей, их характеристики или интенсивность роста пожара, а детерминированный анализ показывает, что возможны комбинации переменных, не всегда обеспечивающие необходимую безопасность);

- в ситуации, где необходим анализ широкого диапазона сценариев пожара (оценка пожарного риска необходима, когда большое количество различных сценариев пожара описывают диаметрально противоположные угрозы для имущества, а целью обеспечения пожарной безопасности является предотвращение появления любого сценария).

Управление пожарным риском на предприятии включает оценку риска, обработку риска, принятие риска и обмен информацией о риске.

Оценка пожарного риска представляет собой установленную процедуру оценки пожарного риска объекта защиты с учетом установленных критериев допустимости риска. При сравнительной оценке пожарного риска осуществляется сопоставление оценки риска, полученной при анализе пожарного риска с приемлемым риском в соответствии с установленными критериями допустимости риска.

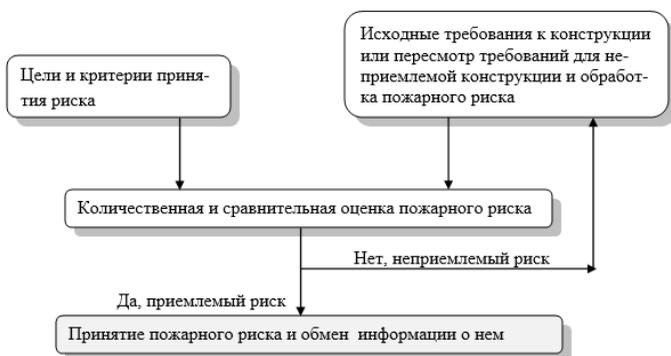


Рисунок 11 - Оценка пожарного риска

Обработка риска - это процесс выбора и осуществления мер по изменению риска, обычно не предусматривающий изменение объекта защиты (например, при управлении средствами пожарной безопасности). Данный термин иногда используют для обозначения самих действий по обработке риска.

Принятие риска - решение принять предполагаемый риск, основанное на его соответствии критерию допустимости или на принятом решении об изменении этого критерия.

Обмен информацией о риске заключается во взаимной передаче или разделении информации о риске между лицом, принимающим решение, и другими причастными сторонами.

После обработки риска может потребоваться повторная оценка риска. Оценка пожарного риска начинается с анализа установленных целей и предложенных требований к конструкции или другой части структуры окружающей среды исследуемого объекта защиты. Вначале проводят количественную оценку риска, связанного с требованиями к объекту защиты, и затем проводят его сравнительную оценку. Сравнительная оценка риска состоит из сравнения предполагаемого риска с критериями допустимости риска. Если предполагаемый риск является недопустимым, то необходимо внести соответствующие изменения в объект защиты или изменить требования к нему и (или) провести обработку риска и затем провести повторную оценку риска. Если в результате сравнительной оценки риск признан допустимым, то должен быть описан остаточный риск. При этом обязательно формальное принятие риска и обмен информацией о риске с причастными сторонами. Причастные стороны могут решить принять риск, который в результате проведения сравнительной оценки признан недопустимым. Такое изменение является неявной корректировкой целей управления пожарным риском.

### **5.7. Количественная оценка пожарного риска**

Действия по количественной оценке пожарного риска проводят в случае, когда известна структура сценария и вероятности событий могут быть определены в количественной форме. Оценка пожарного риска включает установление области применения управления рисом, идентификацию опасных событий, установление и выбор групп сценариев и представительных сценариев, выбор сценария для анализа, количественная оценка вероятности и последствий опасного события, вычисление риска, соответствующему сценарию. Затем производится изучение необходимости анализа других сценариев и отбор сценариев для детерминированного анализа или определение объединенного риска [42].

Количественную оценку пожарного риска начинают с установления области применения управления риском. Область применения включает в себя множество количественных предположений, необходимых в соответствии с целями и требованиями к объекту защиты для выполнения оценки риска.

Следующий этап - идентификация опасностей, необходимых при определении и выборе сценариев, используемых для оценки риска. Для анализа выбирают один сценарий и оценивают вероятность и последствия его реализации. Эту процедуру повторяют до тех пор, пока не будет проведен анализ всех отобранных сценариев. В этом случае объединенный пожарный риск объекта защиты вычисляют как сумму пожарного риска по всем сценариям, если они являются статистически независимыми. Сокращенные вычисления пожарного риска можно использовать для выбора небольшого количества сценариев при детерминированной сравнительной оценке. В этом случае на заключительном этапе риски, соответствующие сценариям, не суммируют, а выбирают сценарии с наибольшим пожарным риском.

Количество различных сценариев пожара велико, и поэтому не представляется возможным провести анализ каждого из них. Поэтому при любой оценке пожарного риска разрабатывается структура сценария "управляемого размера", а количественная оценка риска такого сценария должна быть разумной или гарантированной оценкой общего пожарного риска. Основными методами достижения этой цели являются идентификация опасных событий, объединение сценариев в группы и исключение сценариев с незначительным риском.

Опасность может быть основанием для одного или нескольких сценариев пожара, в которых условия возникновения опасности также определяют вид пожара, который может произойти. Каждый сценарий пожара включает качественное описание течения пожара во времени. При описании идентифицируют ключевые события, которые характеризуют пожар и отличают его от других возможных пожаров. В этой ситуации обычно определяют возгорание и процесс роста пожара, полностью развитую стадию пожара и стадию его распада, учитывая застроенную структуру окружающей среды и все системы пожарной защиты, которые должны действовать в процессе пожара. Структура окружающей среды - все конструкции или транспортные средства, окружающие объект защиты.

Место возникновения пожара должно быть определено с точностью конкретного расположения пожара внутри комнаты. Расположение огня, например, в середине комнаты или в углу комнаты, может сильно повлиять на последующее развитие пожара. Области возгора-

ния должны быть исследованы не только с учетом особенностей помещения, но также с учетом выходов, скрытых мест и внешних поверхностей. На развитие пожара может сильно повлиять и расположение средств автоматического обнаружения пожара или оборудования подавления огня.

Изменчивость условий и состояний здания и его обитателей являются основными элементами, определяющими сценарий. Они могут включать в себя состав, местоположение находящихся рядом горючих веществ, которые могут определить быстрое развитие пожара. Также сюда относят места размещений, физические и другие возможности обитателей (например, наличие инвалидности, недееспособность вследствие употребления наркотиков или алкоголя).

Изменчивость состояния оборудования противопожарной защиты здания также является основным элементом при определении сценария пожара, особенно при оценке пожарного риска. Сюда включают такие особенности, как наличие открытых или закрытых дверей и окон, рабочее или нерабочее состояние автоматического оборудования обнаружения пожара и оборудования его подавления.

При объединении сценариев в группы вначале производят краткое параметрическое описание полной картины всех вариантов возможных сценариев. Каждая комбинация представляет собой группу сценариев, которая объединяет более подробно определенные сценарии (с указанием места возникновения пожара, типа помещения). Каждую группу сценариев представляет единственный сценарий пожара, последствия которого характеризуют последствия всех сценариев группы. Из структуры групп целесообразно исключить некоторые группы сценариев, которые имеют такой низкий риск, что их исключение незначительно повлияет на количественную оценку риска. Однако подобные исключения должны быть точно определены и оправданы. Исключаемые группы сценариев должны пройти соответствующую валидацию. Валидация – подтверждение посредством представления объективных свидетельств того, что требования, предназначенные для конкретного использования или применения, выполнены. Высокая вероятность пожара и большие последствия могут привести к значительно большему пожарному риску для группы сценариев. Кроме того, возможны ситуации, когда для каждой из большого количества групп сценариев существует незначительный пожарный риск, однако при их объединении пожарный риск может стать существенным.

Для анализа обычно необходимо определить не только сценарии пожара, но также и сценарии поведения людей, в которых определено количество людей, связанных с пожаром, их особенности и поведение,

включая эвакуацию.

В процедуре количественной оценки пожарного риска ключевым этапом является оценка вероятностей событий. К вероятностям, используемым при определении количественной оценки риска, относятся вероятности событий и вероятности изменения состояния системы, в том числе вероятности безотказной работы оборудования.

Оценка вероятности может быть получена на основе одного из подходов:

- прямая оценка на основе обработки данных;
- анализ модели, устанавливающей взаимосвязь вероятности с другими вероятностями, например, модели взаимосвязи вероятности возгорания с вероятностями отказа компонентов оборудования, человеческой ошибки, близости к горючим материалам и другими характеристиками;
- технический и (или) научный анализ.

В качестве количественной оценки вероятности на основе данных обычно используют частоту, которую вычисляют путем деления предполагаемого количества исследуемых событий на период или количество возможностей появления событий. Знаменатель может измеряться в единицах времени, количестве человек, стоимости имущества, количестве зданий или других единицах. Например, количество событий в год, количество пожаров на тысячу человек, количество пожаров на общую стоимость всех зданий и их содержимого.

Преимущество использования моделирования состоит в том, что, в отличие от других методов оценки, оно обычно обеспечивает получение не только количественных оценок, необходимых для анализа риска объекта защиты, но также помогает понять взаимосвязь изменений в объекте защиты с изменениями полученных значений вероятности. Эта взаимосвязь необходима в случае, когда при оценке пожарного риска первоначального состояния объекта защиты не получена приемлемая оценка соответствующего риска. Использование модели не исключает использование экспериментальных или экспертных данных, но уменьшает потребность в данных по другим переменным.

Технический анализ может быть выполнен систематически и последовательно с помощью соответствующих процедур для уменьшения смещения и повышения качества оценок, определения точечного или интервального значения. При оценке вероятности на основе технического анализа, когда данные почти или полностью отсутствуют, можно также использовать матрицу риска, в которой все оценки вероятности представлены небольшим количеством равномерно распределенных значений. Матрица пожарного риска - матричное пред-

ставление данных, в котором группы сценариев возникновения пожара описаны путем ранжирования вероятностей сценариев и расчетной нагрузки (размера или интенсивности пожара), записанных в виде строк или столбцов, так что записи в ячейках матрицы в итоге являются приемлемыми последствиями для каждой группы сценариев. При количественной оценке пожарного риска вероятности состояний относятся к условиям во время возгорания. Вероятность безотказной работы обычно связана с вероятностями событий после возгорания. Любое возможное состояние может повлиять на вероятность или последствия сценария пожара, для которых должны быть оценены вероятности.

Метод дерева неисправностей является обычной формой оценки пожарного риска, использующей вероятность недопустимых последствий как меру риска. Такой подход больше ориентирован на чрезвычайные события, чем анализ дерева событий и метод вычисления математического ожидания. Дерево неисправностей - схема, основанная на применении логических элементов «и», «или», используемая для идентификации последовательности отказов оборудования и (или) ошибок человека, которые приводят к отказам системы или опасным событиям. Сценарий пожара в методе дерева неисправностей используют путем описания результирующего критического события и одной из альтернатив, применяя установленную логическую последовательность событий, которые могут произойти в результате этого критического события [42].

Дерево событий используется для определения потенциально возможных сценариев пожара, которые могут произойти в результате реализации одного варианта начальных условий. Дерево событий для сценария пожара строят на основе последовательности событий во времени, начиная от условий возникновения пожара и до полного его окончания.

При использовании для анализа конструкции объекта защиты предела прочности, показателем может быть нагрузка на конструкцию, для которой определяют шкалы значений, устанавливающих предельную нагрузку для сценариев пожара. Эта нагрузка является достаточной для возникновения отказа. В этом случае в большей мере ориентируются на последствия, а не на вероятности. Предельное состояние - состояние, при усугублении которого объект защиты не удовлетворяет установленным к нему требованиям. При оценке пожарного риска «предельное состояние» определяет порог или границу неблагоприятных последствий. Обычно при описании сценария развития пожара учитывают также временную последовательность событий. Это означает, что объект защиты может вернуться к состоянию, когда предель-

ное состояние не нарушено. Вероятность безотказной работы - вероятность выполнения объектом требуемой функции в заданных условиях и в заданном интервале времени.

Показатель вероятности безотказной работы применяют при анализе конструкции зданий или объектов, влияющих на развитие пожара. Требования к вероятности безотказной работы должны быть учтены при разработке сценария пожара и должны учитывать последствия, связанные с этим сценарием. Также возможна ситуация, при которой требования могут быть заданы диапазоном частичного функционирования или частичного отказа. В этом случае для вероятности безотказной работы исследуемого объекта необходимо специальное определение. При анализе пожарного риска определяется ряд показателей, к которым относятся неопределенность, чувствительность, прецизионность и смещение. Неопределенность характеризует разность между подсчитанной величиной риска и его истинным значением. Прецизионность представляет собой статистическую меру таких отклонений, которые неявно основаны на стандартном отклонении распределения вероятностей ошибок рассчитанной величины риска.

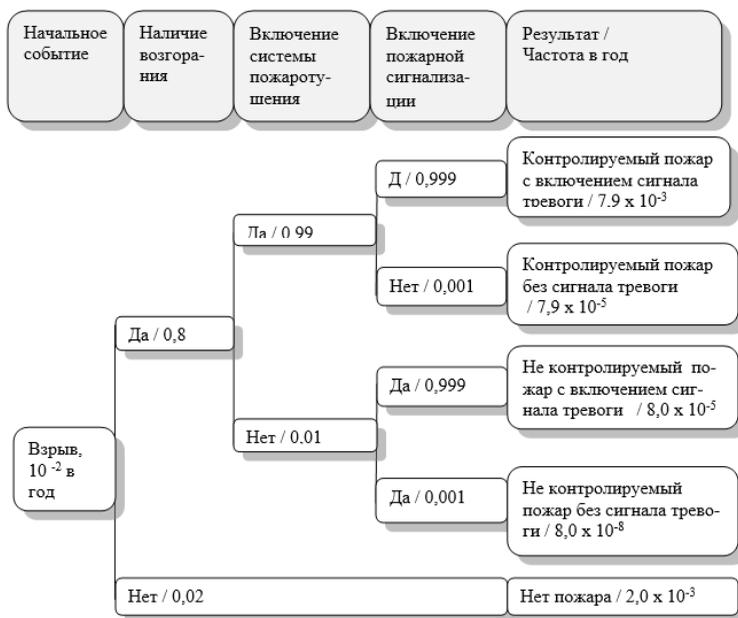


Рисунок 12 - Пример дерева событий

При оценке пожарного риска анализ неопределенности включает в себя оценку неопределенности для оценок последствий и вероятностей. Смещение характеризует несимметричность распределения отклонений. Анализ чувствительности не предполагает количественную оценку неопределенности. Он исследует распространение неопределенности путем измерения изменений рассчитанной величины риска в результате изменений одной из переменных или параметров, используемых в расчетах. Если анализ чувствительности позволяет учесть информацию о вероятных ошибках составляющих величин, возможен расчет общей случайной неопределенности. Неопределенность не ограничена только статистической изменчивостью, но также возникает в результате недостатка данных или ошибок в моделях или предположениях, используемых в процедуре вычисления риска. Если конкретное явление не учтено в вычислениях, например, время до начала движения при вычислении времени эвакуации или турбулентность огня при расчете развития и последствий пожара, оно также является источником неопределенности (обычно связанной со смещением) при вычислении риска.

## ГЛАВА 6. КЛАССИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТЕЙ И РИСКОВ

### 6.1. Классификация опасностей

В зависимости от особенностей конкретной ситуации и решаемых задач существует необходимость многосторонне и многопланово классифицировать опасности. Классификация позволит выделить наиболее общие, существенные свойства и признаки опасностей. Таксономия - учение о принципах и практике классификации и систематизации. Таксономия опасностей играет очень важную роль. Она позволяет не только идентифицировать опасности, систематизировать их и давать количественную оценку. Построение таксономии опасностей позволяет определять подходы к задачам их описания, введения количественных характеристик и управления ими [71, 96].

Под опасностью понимаются различные явления, процессы, объекты, свойства предметов, способные формировать потоки вещества, энергии и информации, которые при определенных условиях могут оказать негативное воздействие на человека и окружающую среду. Поэтому при классификации показатели, характеризующие опасности целесообразно объединить в две основные группы. Первая группа включает свойства опасностей, а вторая - свойства объекта защиты.

К первой группе относятся такие показатели, как происхождение опасности, вид и интенсивность потока, длительность и степень завершенности процесса воздействия опасности на объект защиты, виды и размеры зон воздействия опасностей. Эта группа объединяет характеристику потоков, временные и пространственные характеристики опасностей.

Вторая группа показателей, выделяемая при классификации опасностей, объединяет следующие признаки - способность объекта защиты различать опасности, вид влияния негативного воздействия, количество людей и объектов окружающей среды, подверженных влиянию опасности.

По происхождению опасности подразделяются на естественные, техногенные, естественно-техногенные, антропогенные, антропогенно-техногенные, экологические, социальные и комплексные.

Естественные опасности обусловлены климатическими и иными природными явлениями. Техногенные опасности создают элементы техносферы – машины, сооружения и вещества. Антропогенные опасности связаны своим происхождением с деятельностью человека. Естественно-техногенные опасности вызываются естественными процессами, приводящими к разрушению технических объектов и сопро-

вождающиеся негативным воздействием на человека и окружающую среду. Антропогенно-техногенные опасности возникают в результате ошибок человека (оператора технической системы).

По виду потока опасности делятся на потоки вещества, энергии и информации. Потоки вещества характеризуются количеством и скоростью перемещения масс различных веществ. Энергетические опасности связаны с наличием различных полей и излучений. Информационные опасности возникают при поступлении к человеку, технической системе избыточной, ошибочной или преднамеренно неверной информации.

По интенсивности потоков опасности делятся на оптимальные, допустимые, опасные и чрезвычайно опасные. Уровень оптимальных потоков, в середине зоны толерантности, соответствуют оптимальным условиям и не оказывают негативного воздействия на человека и окружающую среду. Допустимые – потоки, находящиеся в пределах зоны толерантности, но сдвинуты к ее границам, не оказывают негативного влияния на объекты защиты. Опасные потоки превышают допустимые уровни не более чем в несколько раз и оказывают негативное воздействие на здоровье человека, вызывая при длительном воздействии заболевания, и/или приводят к деградации окружающей среды. Чрезвычайно опасное воздействие, при котором потоки выше границ толерантности, их уровень на несколько порядков выше допустимого, и они могут нанести травму, привести человека к летальному исходу, вызвать разрушения в окружающей среде.

По длительности воздействия опасности делятся на постоянные, переменные (периодические), импульсные. Постоянные опасности в основном связаны с условиями пребывания человека на производстве и его нахождением в техносфере. Переменные опасности проявляются при условии реализации циклических процессов. Импульсное (кратковременное) воздействие при которой опасности реализуются в очень короткий период времени, и они характерны для аварийных ситуаций различного генеза.

По времени проявления действия опасности подразделяются на острые, реализация которых не превышает часа и хронические, если их реализация занимает более месяца. Опасности, срок действия которых находится внутри обозначенного интервала, будут рассматриваться как средний уровень между острыми и хроническими опасностями. Под временем действия опасности понимается период от 0,01 сек (взрыв) до нескольких месяцев (отравление тяжелыми металлами), в течение которого возникает травма и (или) смерть человека, негативные изменения различного уровня или деградация окружающей среды.

По локализации опасности делятся на литосферные, гидросфер-

ные, атмосферные, космические. Опасности связаны с различными составляющими окружающей среды.

По пространственному воздействию опасности делятся на локальные, региональные, межрегиональные и глобальные. Глобальный уровень предполагает прогнозирование и отслеживание опасностей в окружающей среде в целом и структурных ее составляющих. Региональный уровень включает крупные географические или экономические зоны, а иногда территории нескольких государств. Локальный уровень включает города, районы, предприятия.

Решение конкретных локальных проблем определяет возможность достижения цели обеспечения экологической безопасности регионального и глобального уровней. При этом должен соблюдаться принцип передачи информации об опасностях от локального уровня к региональному и глобальному уровням.

По сферам проявления опасности делятся на производственные, бытовые, городские, транспортные, зоны чрезвычайных ситуаций и военных конфликтов, природные. Опасности в этом случае связаны с различными составляющими техносферы, очагами поражения при чрезвычайных ситуациях, территориями ведения военных действий, реализации природных чрезвычайных ситуаций. Опасности при этом могут быть добровольные и принудительные. В первом случае наличие опасности принимается добровольно (например, работа шахтера рассматривается как добровольное принятие опасности). Ко второй группе относятся опасности, которые вводятся принудительно (при расположении АЭС вблизи жилых домов, население подвергается опасности принудительно).

По степени завершенности процесса опасности делятся на потенциальные, реальные и реализованные. Потенциальная опасность представляет угрозу общего характера, не связанную с пространством и временем воздействия. Реальная опасность всегда связана с конкретной угрозой негативного воздействия на объект защиты, и она всегда координирована в пространстве и во времени. Реализованная опасность - факт воздействия реальной опасности на человека и (или) окружающую среду, приведший к потере здоровья или летальному исходу человека, к материальным потерям, различных составляющих окружающей среды.

Ситуации, в которых реализуются опасности, подразделяют на происшествия и чрезвычайные происшествия, а последние – на аварии, катастрофы и стихийные бедствия. Происшествие - событие, состоящее из воздействия опасного фактора с причинением ущерба людским, природным и (или) материальным ресурсам. Чрезвычайное происше-

ствии неожиданное, непредвиденное событие, которое повлекло за собой уничтожение либо повреждение материальных объектов, гибель людей или другие тяжкие последствия. Авария - ситуация (в биосфере или техносфере), в которой могут происходить нежелательные события, вызывающие отклонение состояния здоровья человека и (или) состояния окружающей среды от их среднестатистического значения. Катастрофа - крупная авария, повлекшая за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, разрушения или уничтожение объектов, материальных ценностей в значительных размерах, а также приведшая к серьезному ущербу окружающей среды. Катастрофы различают по объекту, на котором она произошла, причинам или характеру воздействия на окружающую среду. Стихийное бедствие - разрушительное природное и (или) природно-антропогенное явление или процесс, в результате которого может возникнуть или возникла угроза жизни и здоровью людей, произойти разрушение или уничтожение материальных ценностей, необратимые изменения окружающей среды, условий жизни и деятельности населения.

Чрезвычайная ситуация - совокупность условий и обстоятельств, создающих опасную для жизнедеятельности человека обстановку на конкретном объекте, территории (акватории), возникших в результате совершившейся аварии или катастрофы, опасного природного явления.

По месту и времени проявления ущерб подразделяется на прямой, косвенный, полный, косвенный отдаленный во времени, общий и экономический. Ущерб - лишение жизни, телесное повреждение или иное повреждение здоровья, уничтожение или повреждение имущества, повреждение окружающей среды.

## **6.2. Классификация рисков**

Классификация рисков - подразделение рисков на категории с применением определенных критериев. Выбор критериев зависит от целей и особенностей процедуры анализа и управления риском. Число возможных критериев классификации рисков может быть очень большим, поэтому сами критерии классификации необходимо группировать [74].

Основная цель классификации — выделение конкретных рисков, а каждый из конкретных рисков, измеряемый частотой возникновения и размером неблагоприятных последствий (ущерба), описывается его стандартными характеристиками: опасность, связанная с риском, подверженность риску, уязвимость (чувствительность к риску). Кроме того, риски описываются другими дополнительными параметрами (характеристиками), такими, как взаимодействие с другими рисками, степень однородности риска и его прогнозируемости и другие.

В зависимости от степени общности критериев и (или) характеристик риска классификации рисков подразделяют на общую классификацию рисков и специфические классификации рисков.

Критериями для общей классификации рисков выступают наиболее общие, присущие всем видам риска характеристики. В рамках общей классификации критериями могут служить: источники, факторы (среда возникновения) или причины (природа) опасности/ущерба; объект(ы) уязвимости к опасности; масштабы/уровни опасности/последствий; зависимость от временного фактора; типичность или регулярность реализации риска; характеристика последствий реализации риска; характеристика взаимодействия с другими рисками; характеристика величины/размера риска; возможность свободы выбора; характеристика степени измеримости и прогнозируемости риска.

По источникам, факторам или причинам (природе) опасности (ущерба) выделяют следующие риски: природные (геологические, метеорологические и т.д.), связанные со стихийными бедствиями и природными катастрофами (наводнения, землетрясения, шторма, климатически катаклизмы и другие); антропогенные, связанные с деятельностью человека.

Среди антропогенных рисков выделяют: социогенные — социальные (межличностные, внутригрупповые, межгрупповые). Под социальными рисками подразумеваются риски возникновения таких отрицательных социальных явлений, как преступность, нарушение безопасности объектов, неблагоприятные социальные внешние эффекты и другие; экономические, связанные с экономической активностью, т.е. собственно с ведением бизнеса и результатами экономических процессов; политические или экономико-политические, обусловленные экономической политикой (риски, связанные с налогообложением; риски государственного регулирования (например, изменение антимонопольного регулирования); правовые риски — лицензии и патенты, невыполнение контрактов, судебные процессы, форс-мажор и т.д.); техногенные (промышленные, энергетические, транспортные и т.д.), связанные с последствиями функционирования технических систем и (или) их нарушениями (пожары, изменение технологии, ухудшение качества и производительности производства, специфические риски технологии, ошибки в проектно-сметной документации); комбинированные (природно-антропогенные, антропогенно-природные, природно-техногенные), в частности к ним можно отнести эпидемические, экологические (измененная окружающая среда) риски и т.д.

По критерию, какими внешними или внутренними обстоятель-

ствами обусловлен риск, выделяют следующие риски: внутренние, т.е. такие, которые, например, связаны с организацией работы исследуемой фирмы или деятельностью изучаемого лица. Иными словами, это такие риски, на которые может повлиять менеджмент фирмы. Примерами могут служить поломка оборудования, отсутствие на складе магазина необходимых товаров и т.п.; внешние, те, которые определяются внешними обстоятельствами. В качестве примеров можно назвать появление у конкурентов более эффективной технологии, ухудшение экологической обстановки и т.д. Следует отметить, что должны приниматься во внимание риски обоих видов, однако если внутренними можно управлять, то внешние в большинстве случаев поддаются только учету.

По объектам уязвимости к опасности выделяют следующие риски: социально-политические, где объектом уязвимости служат общественные отношения, которые по этому критерию подразделяются на индивидуальные, коллективные, общесоциальные, внутривнутриполитические, внешнеполитические, общеполитические; экологические, где объектом уязвимости является состояние окружающей среды, подразделяемые по этому критерию на индивидуальные, видовые (родовые и другие), экосистемные, экономические, связанные с собственностью (имуществом), доходами, персоналом и ответственностью.

По критерию характера влияния на различные объекты уязвимости выделяют: общий риск — риск, влияющий на различные объекты, иногда вызывающий отрицательные последствия разной природы. Примером является природный катаклизм, вызывающий гибель людей, разрушение имущества, нарушение нормального функционирования бизнеса и т.д.; частный риск — риск, затрагивающий отдельный объект или лицо. В зависимости от того, на кого распространяются отрицательные последствия неблагоприятного события, кто может пострадать от реализации риска, выделяют следующие риски: односторонние, двусторонние, многосторонние. Примером одностороннего риска может служить риск смертности, двустороннего — риск возникновения страхового случая по договору с безусловной франшизой, многостороннего — риск инфляции.

По масштабам (уровням опасности) последствий с использованием критерия географического охвата риски подразделяют на: локальные, региональные, общенациональные, глобальные. По критерию степени опасности/последствий риски можно подразделить на: незначительные (пренебрежимые), существенные, значительные. По зависимости от временного фактора критериями для классификации может выступать степень учета временного фактора, т.е. в течение какого

периода действует риск. Риск может действовать ограниченное время (например, риск возможности возникновения осложнений после хирургической операции имеет место лишь в течение определенного срока после проведения соответствующей операции). По временному фактору действия риска можно выделить следующие риски: бессрочные, которые не имеют временных ограничений; срочные, среди которых, в свою очередь, можно выделить долгосрочные и краткосрочные.

В зависимости риска от времени выделяют: статические риски, которые не зависят от времени, или такую зависимость выявить не удалось; динамические - риски, изменяющиеся во времени (например, рост риска аварий при увеличении износа оборудования). Вид и степень зависимости могут различаться для разных рисков. Продолжительность выявления и ликвидации отрицательных последствий. Как правило, выделяют риски с краткосрочным или долгосрочным выявлением отрицательных последствий. В ряде случаев, когда это вызвано спецификой риска, выделяют и риски со среднесрочным выявлением отрицательных последствий. Большинство рисков относится к группе с краткосрочным выявлением отрицательных последствий: обычно ущерб выявляется сразу или в течение нескольких месяцев. Таковы, в частности, риски пожаров или биржевых спекуляций. Однако в ряде случаев это невозможно. Скажем, по рискам, связанным с ответственностью, выявление ущерба может произойти через достаточно большой период времени (продолжительностью даже до нескольких десятилетий).

По типичности или регулярности реализации риска выделяют: фундаментальный - регулярный риск, внутренне присущий (имманентный) данному объекту и (или) ситуации, а также основанный на природных или социальных закономерностях. Соответствующие события также являются случайными, но подверженность риску достаточно велика. К таким рискам можно отнести, в частности, риски автомобильных аварий или градобитие посевов; спорадический риск, т.е. нерегулярный риск, вызываемый исключительно редкими событиями и форс-мажорными обстоятельствами, риск, реализующийся с очень низкой вероятностью. Примером является разрушение собственности в результате падения метеорита.

По характеристике последствий реализации риска различают: чистый риск, при котором все исходы, кроме сохранения текущей ситуации, связаны с негативными последствиями. Примером такого риска может служить пожар или ограбление; спекулятивный риск, т.е. риск, исходы которого связаны как с отрицательными («проигрыш»), так и с положительными («выигрыш») последствиями. В качестве

примера можно привести риски игры на бирже. По характеристике взаимодействия с другими рисками выделяются: массовые риски, характерные для большого числа однотипных объектов (например, риски автомобильных катастроф); уникальные риски, встречающиеся только у отдельных объектов (например, ядерные риски).

По критерию возможности индуцирования последовательной цепочки рисков выделяются: первичные риски, т.е. риски, непосредственно связанные с неблагоприятным исходным событием; вторичные риски, обусловленные последствиями первичных рисков, связанных с неблагоприятным исходным событием; третичные риски и т.д. Примером такого исходного события может служить землетрясение: разрушения собственности (в частности, плотины) будут соответствовать первичному риску, а последствия наводнения, вызванного разрушением этой плотины — вторичному.

По характеристике величины (размера) риска. Понятие величины риска предполагает согласованный анализ двух характеристик — частоты возникновения и размера ущерба/последствий. Критерием классификации здесь выступает частота возникновения ущерба: редкие риски, для которых характерна малая частота реализации риска и малая вероятность наступления ущерба; риски средней частоты, для которых характерна средняя частота реализации риска и средняя вероятность наступления ущерба; частые риски, для которых характерна высокая частота реализации риска и высокая вероятность наступления ущерба.

По размеру (тяжесть) ущерба (последствий) выделяются: малые риски, по которым максимальный ущерб невелик; средние риски, максимальный ущерб для которых характеризуется как средний; высокие риски с большим максимальным ущербом; катастрофические риски, характеризующиеся исключительно большим максимальным ущербом. Подобная классификация чрезвычайно важна и широко используется на практике.

По критерию степени приемлемости величины риска риски подразделяются на неприемлемые; приемлемые с существенными ограничениями; приемлемые без заметных ограничений.

По возможности свободы выбора риски подразделяются на: добровольные и вынужденные (в том числе профессиональные).

По характеристике степени измеримости и прогнозируемости риска они могут быть разделяться на две группы: предсказуемые (прогнозируемые) риски, которые можно предвидеть исходя из экономической теории или хозяйственной практики, но невозможно предсказать момент их проявления; непредсказуемые (непрогнозируемые) риски, о

которых пока ничего неизвестно, поэтому невозможно оценить их влияние на степень и размер риска.

Проведенный обзор критериев классификации рисков не является исчерпывающим, так как все перечисленные критерии — наиболее общие, в той или иной мере присущие всем видам рисков. Однако для конкретных рисков можно выделить и специфические критерии классификации, тесно связанные с особенностями указанных рисков.

### **6.3. Виды ущерба от реализации опасностей**

Реальный ущерб населению и окружающей среде - затраты на эвакуацию, аварийно-восстановительные работы, средства, выделяемые из федерального и регионального бюджета. К реальному ущербу относится и оценка причиненного вреда различным объектам (физическим лицам, организациям, государству, окружающей среде) по различным составляющим [42].

Моральный ущерб пострадавших или эвакуируемых, связан с изменением условий жизни (даже кратковременных), что может привести к стрессам, переживаниям.

Предотвращенный ущерб - затраты на меры защиты от негативных воздействий и оценку эффективности затрат на защиту.

Полный ущерб - является суммой прямого и косвенного ущерба и определяется на конкретный момент времени, являясь промежуточным по сравнению с общим ущербом.

Прямой ущерб - потери и убытки всех объектов жизнедеятельности человека, которые попали в зону действия негативных факторов реализованной опасности.

Косвенный ущерб - потери, убытки и дополнительные затраты, которые понесут объекты, не попавшие в зону действия негативных факторов реализованной опасности, а также потери (дополнительные затраты), вызванные необходимостью проведения мероприятий по ликвидации последствий.

Общий ущерб равен затратам на восстановление положения, существовавшего до реализации опасности, как правило, определяется количественно в отдаленной перспективе и включает в себя остальные виды ущерба.

Экономический ущерб - величина размера негативных экономических последствий от чрезвычайной ситуации, выраженная в процентах стоимости оцениваемого объекта или денежных единицах. Прямой экономический ущерб связан с повреждением или утратой в результате воздействия негативных факторов основных или оборотных фондов, ущербом имуществу третьих лиц. Косвенный экономический ущерб

вызван снижением выпуска продукции и оказанием услуг, снижением эффективности производства, досрочным выбытием фондов и мощностей, необходимостью создания дополнительных резервов и другими причинами. Он может проявляться на протяжении нескольких лет.

По объекту воздействия негативных факторов различают следующие виды ущерба:

- медико-биологический - ущерб жизни и здоровью конкретных людей, который определяется конкретными нарушениями их здоровья, приводящими некоторую их общность к социальным потерям и в итоге – к сокращению средней ожидаемой продолжительности предстоящей жизни;

- ущерб физическим и юридическим лицам, организациям (материальный, экономический, моральный);

- социально-экономический - утрата различной собственности, затраты на переселение людей, выплата компенсаций пострадавшим, упущенная выгода, нарушение процесса нормальной хозяйственной деятельности, ухудшение условий жизнедеятельности людей и другое;

- социально-политический - ущерб государству;

- экологический - ущерб природной среде, выразившейся в ее деградации или затраты на ее восстановление, потеря народнохозяйственной ценности территорий или затраты на ее реабилитацию и другое.

Таблица 1 - Характеристика индивидуальных и групповых несчастных случаев

Индивидуальные несчастные случаи	Групповые несчастные случаи
Изменения окружающей среды малы или незначительны	Крупные экологические последствия
Предотвращение требует тактических мер	Предотвращение требует стратегических мер
Жертвы часто были причиной несчастного случая	Жертвы, как правило, но были причиной аварии
Эргонометрические аспекты существенны	Эргономика не столь существенна
Предотвращение несчастного случая возможно за счет управления индивидуумом	Контролирование процесса производства необходимо для предотвращения аварии
Ущерб незначителен	Ущерб крупный
Большой частью игнорируется общественностью и средствами массовой информации	Преувеличивается как населением, так и средствами массовой информации
Может быть вызвано единственной ошибкой	Обусловлено, как правило, сочетанием нескольких обстоятельств
Присущи трудоемким отраслям обрабатывающей промышленности	Присущи капиталоемким (энергонасыщенным) отраслям химической и нефтехимической промышленности
Доля несчастных случаев в общем числе аварий: 1/100 - 1/1000	Доля несчастных случаев в общем числе аварий: 1/1 - 1/10

По способности объекта защиты выявлять опасности органами чувств они подразделяются на различаемые и не различаемые.

По виду негативного воздействия на человека опасности делятся на вредные и травмоопасные, на окружающую среду – угнетающие и разрушающие.

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

Травмоопасный фактор – негативное воздействие на человека, которое приводит к травме или летальному исходу.

По численности лиц, подверженных опасному воздействию, опасности делятся на индивидуальные, групповые и массовые.

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

Таблица 2 - Признаки классификации опасности

Признак классификации	Таксоны	Примеры
<i>Свойства опасностей</i>		
Генезис	Естественные	Извержение вулкана
	Искусственные	Электрический ток
Природа объекта, порождающая опасности	Антропогенные	Клаустрофобия
	Биогенные	Микроорганизмы
	Природные	Землетрясение
	Социогенные	Наркомания
	Техногенные	Вибрация
	Экологические	Кислотные дожди
Вид зон воздействия	Производственные	Вибрация
	Бытовые	Травмы
	Городские	Загрязнение воздуха
	Транспортные	Автомобильная авария
	Зоны чрезвычайных ситуаций	Крупный пожар
	Зоны военных конфликтов	Военные действия
Размеры зон воздействия	Природные	Наводнение
	Локальные	Производственная авария
	Региональные	Наводнение
	Межрегиональные	Крупные природные пожары
Вид потока	Глобальные	Потепление климата
	Вещество	Оползень
	Энергия	Электромагнитное излучение
Интенсивность потока	Информация	Интернет
	Оптимальная	Влажность 40 %
	Допустимая	Температура +35° С, дискомфорт, отсутствие негативного воздействия
Характер воздействия на человека	Опасная	Пожар, негативное воздействие
	Чрезвычайно опасная	Землетрясение, гибель организма, деградация природной среды
	Биологические	Микроорганизмы
Механические	Вращающиеся детали	
	Психофизиологические	Усталость

Продолжение таблицы 2

	Физические	Лазерное излучение
	Химические	Вещества различной природы
Время реализации	Импульсивные	Взрыв
	Кумулятивные	Шум
Продолжительность действия	Постоянная	Присутствует постоянное время
	Длительная	Присутствует длительное время
	Кратковременная	Присутствует короткое время
Характер выражения	Материальная	На материальные объекты,
	Моральная	На духовные, нравственные ценности
Реальность проявления	Реальная	Объективный, с очевидными признаками проявления
	Потенциальная	Объективный
	Мнимая	Субъективный
Источник возникновения	Государственная	От институтов государства
	Групповая	От группы людей
	Личностная	От индивидуума
Реализуемая энергия	Активные	Ультразвук
	Пассивные	Неподвижные колющие предметы
Носитель опасности	Вещество	Хлор
	Информация	Трагическое сообщение
	Энергия	Ультрафиолетовое излучение
Локализация	Атмосфера	Молния
	Гидросфера	Шторм
	Литосфера	Оползни
	Космос	Астероиды, космический мусор
Структура	Простые	Звук
	Сложные	Пожар
Среда	Биосфера	Флора
	Техносфера	Инфразвук
	Социум	Голод
<i>Свойства объекта защиты</i>		
Способность различать (идентифицировать) опасности	Различаемые	Молния
	Неразличаемые	Радиоактивное заражение
Вид негативного воздействия опасности на человека	Вредные Травмоопасные	Вибрация Движущиеся машины и механизмы
Вид негативного воздействия опасности на окружающую среду	Угнетающий Разрушающий	Засуха Ураган
Ситуации, в которых реализуются опасности	Проншествия Авария Катастрофа Стихийные бедствия	Пожар в доме Взрыв оборудования, работающего под высоким давлением Крушение пассажирского поезда Землетрясение
Масштаб воздействия (по численности лиц, подверженных воздействию опасности)	Индивидуальные	Ожог кожи
	Групповые	Отравления токсичными веществами
	Массовые	Цунами
Вызываемые последствия	Утомление	Ошибка оператора
	Заболевание	Сколиоз
	Травма	Перелом
	Летальный исход	Смерть от травмы

## ГЛАВА 7. СОЦИАЛЬНЫЕ ОПАСНОСТИ

Социальными являются опасности, получившие широкое распространение в обществе и угрожающие жизни и здоровью людей. Носителями социальных опасностей являются люди, образующие определенные социальные группы. Социум – это общество, социальная среда человека, совокупность исторически сложившихся форм деятельности людей, характеризуемая единством условий жизнедеятельности людей. Результатом этих связей является особая обстановка, создающаяся в отдельных социальных группах, которая может влиять на других людей, не входящих в данные группы. Особенность социальных опасностей состоит в том, что они угрожают большому числу людей. Распространение социальных опасностей обусловлено поведенческими особенностями людей отдельных социальных групп. Социальные опасности порождаются социально-экономическими процессами, протекающими в обществе.

Социальные опасности классифицируются по природе и форме воздействия на человека:

- опасности, связанные с психическим воздействием на человека (вымогательство, мошенничество, кража и др.);
- опасности, связанные с физическим насилием (разбой, бандитизм, террор, изнасилование, заложничество);
- опасности, связанные с употреблением веществ, разрушающих организм человека (наркомания, алкоголизм, курение);
- опасности, связанные с заражением опасными инфекционными заболеваниями (СПИД, венерические заболевания, туберкулез и др.);
- опасности суицидов.

В зависимости от масштаба событий социальные опасности подразделяются на локальные, региональные, глобальные. По половозрастному признаку они характерны для детей, молодежи, женщин, мужчин, пожилых людей. Данный вид опасностей может быть случайным и преднамеренным.

*Алкоголизм* — хроническое заболевание, обусловленное систематическим употреблением спиртных напитков. Спиртные напитки - алкогольная продукция, которая произведена с использованием этилового спирта, произведенного из пищевого сырья, и (или) спиртосодержащей пищевой продукции и не относится к винным напиткам. Этиловый спирт - спирт, произведенный из пищевого или непищевого сырья, в том числе денатурированный этиловый спирт, фармацевтическая субстанция спирта этилового (этанол), головная фракция этилового спирта (отходы спиртового производства), спирт-сырец, дистилляты

винный, виноградный, плодовый, коньячный, кальвадосный, висковый. Этиловый спирт является ядом общеклеточного действия и отрицательно влияет на все системы организма [14].

Алкоголизм характеризуется: физической и психической зависимостью от алкоголя; психической и социальной деградацией; патологией внутренних органов, обмена веществ, центральной и периферической нервной системы. Наибольшее негативное воздействие алкоголь оказывает на центральную нервную систему, угнетает деятельность головного мозга нарушает психофизиологические процессы даже в том случае, если внешне поведение человека не отличается от нормального. Нередко возникают алкогольные психозы.

Алкоголь быстро всасывается в кровь и разносится по всему организму, нарушая работу всех функциональных систем. Примерно через 5 минут после употребления он достигает головного мозга. Проникая внутрь живых клеток, алкоголь замедляет, ослабляет и даже останавливает их деятельность, нарушает работу органов и тканей. Особенно пагубно действует алкоголь на нервные клетки. Он имеет все признаки наркотического вещества. Алкоголь имеет две фазы действия. Через несколько минут после употребления спиртных напитков человек ощущает тепло, прилив сил, возбуждение. Это связано с расширением кровеносных сосудов, увеличением кровообращения, дополнительным притоком кислорода к тканям. Подобное состояние длится недолго и сменяется второй фазой. Для нее характерно сужение кровеносных сосудов, увеличение частоты сердечных сокращений, рост показателей кровяного артериального давления. Алкоголь угнетает деятельность центральной нервной системы, в том числе центров регуляции дыхательной и сердечной деятельности. Замедляется скорость реакции человека, нарушается координация движений. По истечении нескольких часов после употребления алкоголя состояние человека резко ухудшается.

Особенно опасно употребление алкоголя людьми, выполняющими работы, требующие внимания, сосредоточенности. Под влиянием алкоголя период высокой работоспособности сокращается в 2-3 раза, соответственно удлиняется период утомления. Очень сильное влияние оказывает опьянение на снижение скорости двигательной реакции. Большое число несчастных случаев и аварий связано с употреблением спиртных напитков. Содержание в крови более 0,05 % алкоголя отрицательно сказывается на психофизиологическом состоянии человека.

*Курение* — вдыхание дыма некоторых тлеющих растительных продуктов (табак, опиум и др.). Курение табака — одна из наиболее

распространенных вредных привычек (получило распространение, в Европе начиная с XVI в., в России с XVII в.). Табак — многолетнее растение семейства пасленовых растений. В табаке насчитывается большое количество химических веществ, которые оказывают вредное влияние на здоровье человека: никотин, анабазис, мышьяк, синильная кислота, окись углерода, эфирные масла и смола, радиоактивный полоний - 210. В процессе горения табака при температуре 600 °С образуется более 4000 вредных для человека веществ. Фильтр сигареты задерживает не более 20 % содержащихся в табаке вредных веществ. Регулярное курение вызывает привыкание, когда никотин включается в процессы обмена веществ и становится необходимым.

Оксид углерода CO, образующийся при курении взаимодействует с гемоглобином крови, который связывает этот газ в 200 раз прочнее, чем кислород. Поэтому ткани тела получают значительно меньше кислорода. У того, кто выкуривает пачку сигарет в день, 6 % гемоглобина связывается оксидом углерода в карбоксигемоглобин. С учетом оксида углерода, содержащегося в загрязненном воздухе (особенно крупных городов), количество карбоксигемоглобина возрастает до 10 %, что серьезно увеличивает опасность смертельных сердечных приступов. Наличие в пище курильщика нитритов (даже в допустимых дозах) еще более снижает содержание кислорода, превращая гемоглобин в метгемоглобин, не способный транспортировать кислород.

Одной из форм курения является так называемое «пассивное курение». Пассивным курильщиком является тот человек, который сам не курит, но вынужден дышать табачным дымом, например, в накуренном помещении или салоне автомобиля. Вред от вдыхания воздуха, насыщенного табачным дымом, ничуть не меньше, чем само курение.

Для предотвращения воздействия окружающего табачного дыма на здоровье человека запрещается курение табака:

- на территориях и в помещениях, предназначенных для оказания образовательных услуг, услуг учреждениями культуры, в области физической культуры и спорта, медицинских, реабилитационных и санаторно-курортных услуг;

- в поездах дальнего следования, на судах, находящихся в дальнем плавании, при оказании услуг по перевозкам пассажиров;

- на воздушных судах, на всех видах общественного транспорта (транспорта общего пользования) городского и пригородного сообщения (в том числе на судах при перевозках пассажиров по внутригородским и пригородным маршрутам), в местах на открытом воздухе на расстоянии менее чем пятнадцать метров от входов в помещения железнодорожных вокзалов, автовокзалов, аэропортов, морских портов,

речных портов, станций метрополитенов, а также на станциях метрополитенов, в помещениях железнодорожных вокзалов, автовокзалов, аэропортов, морских портов, речных портов, предназначенных для оказания услуг по перевозкам пассажиров;

- в помещениях, предназначенных для предоставления жилищных услуг, гостиничных услуг, услуг по временному размещению и (или) обеспечению временного проживания, бытовых услуг, услуг торговли, общественного питания, помещениях рынков, в нестационарных торговых объектах;

- в помещениях социальных служб, органов государственной власти и местного самоуправления;

- на рабочих местах и в рабочих зонах, организованных в помещениях;

- в лифтах и помещениях общего пользования многоквартирных домов;

- на детских площадках и в границах территорий, занятых пляжами;

- на пассажирских платформах, используемых исключительно для посадки в поезда, высадки из поездов пассажиров при их перевозках в пригородном сообщении;

- на автозаправочных станциях.

На основании решения собственника имущества или иного лица, уполномоченного на то собственником имущества, допускается курение табака:

- в специально выделенных местах на открытом воздухе или в изолированных помещениях, которые оборудованы системами вентиляции и организованы на судах, находящихся в дальнем плавании, при оказании услуг по перевозкам пассажиров;

- в специально выделенных местах на открытом воздухе или в изолированных помещениях общего пользования многоквартирных домов, которые оборудованы системами вентиляции [22].

*Наркомания* — заболевание, обусловленное зависимостью от наркотического средства или психотропного вещества. Незаконное потребление наркотических средств или психотропных веществ это их без назначения врача. Наркотические средства, психотропные вещества - вещества синтетического или естественного происхождения, препараты, включенные в перечень наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации. Прекурсоры наркотических средств и психотропных веществ - вещества, часто используемые при производстве, изготовлении, переработке наркотических средств и психотропных веществ. Аналоги наркотических средств и психотропных веществ - запрещенные для оборота в Российской Федерации вещества синтетического или естественного происхождения, не включенные в перечень нарко-

тических средств, психотропных веществ и их прекурсоров, подлежащих контролю в Российской Федерации, химическая структура и свойства которых сходны с химической структурой и со свойствами наркотических средств и психотропных веществ, психоактивное действие которых они воспроизводят [4, 18].

Наркотик в конечном итоге, оказывает угнетающее действие на весь организм и в первую очередь на центральную нервную систему. Наркоманией заболевают подростки и взрослое население. Действие любого наркотика имеет три фазы: эйфория, зависимость, абстиненция. Регулярное использование наркотиков приводит к развитию психической и физиологической зависимости. Психическая зависимость: осознаваемая или неосознаваемая потребность в употреблении наркотиков для снятия психического напряжения и достижения состояния психического комфорта. Физическая зависимость заключается в том, что организм человека не может жить без наркотиков, поскольку они глубоко вторгаются в обменные процессы. После прекращения употребления наркотиков развивается абстинентный синдром. Абстинентный синдром — это мучительное состояние человека, вызываемое острой потребностью в новой дозе наркотика. Наркотики обладают гораздо более сильным воздействием, чем алкоголь или табак, и вызывают зависимость в предельно короткие сроки. Самая опасная форма наркомании полинаркотизм, при которой наркоман использует одновременно наркотики разных групп или прибегает к их передозировке. Наибольший вред наркотики дают в сочетании с алкоголем и курением.

Антинаркотическая политика в нашей стране определяется «Стратегией государственной антинаркотической политики Российской Федерации до 2020 года» в которой отмечается, что современная наркоситуация в стране характеризуется расширением масштабов незаконного оборота и немедицинского потребления высококонцентрированных наркотиков, таких как героин, кокаин, стимуляторы амфетаминового ряда, лекарственных препаратов, обладающих психотропным воздействием, а также их влиянием на распространение ВИЧ-инфекции, вирусных гепатитов, что представляет серьезную угрозу безопасности государства, экономике страны и здоровью ее населения [4].

Главной задачей является существенное сокращение незаконного распространения и немедицинского потребления наркотиков, масштабов последствий их незаконного оборота для безопасности и здоровья личности, общества и государства.

Решение этой задачи осуществляется на основе сбалансированного и обоснованного сочетания мер по следующим направлениям:

- сокращение предложения наркотиков путем целенаправленно-

го пресечения их нелегального производства и оборота внутри страны, противодействия наркоагрессии;

- сокращение спроса на наркотики путем совершенствования системы профилактической, лечебной и реабилитационной работы;
- развитие и укрепление международного сотрудничества в сфере контроля над наркотиками.

Основными стратегическими задачами является:

- разработка и внедрение государственной системы мониторинга наркоситуации;
- создание и реализация общегосударственного комплекса мер по пресечению незаконного распространения наркотиков и их прекурсоров на территории страны;
- выработка мер противодействия наркотрафику на территорию страны, адекватных существующей наркоугрозе;
- обеспечение надежного государственного контроля за легальным оборотом наркотиков и их прекурсоров;
- создание государственной системы профилактики немедицинского потребления наркотиков с приоритетом мероприятий первичной профилактики;
- совершенствование системы оказания наркологической медицинской помощи больным наркоманией и их реабилитации;
- совершенствование организационного, нормативно-правового и ресурсного обеспечения антинаркотической деятельности.

Система мер по сокращению спроса на наркотики, направленная на оздоровление населения России путем снижения потребления наркотических средств и психотропных веществ и уменьшения неблагоприятных социальных последствий их употребления, строится на основе приоритета профилактических мер общественного, административного и медицинского характера и включает в себя государственную систему профилактики немедицинского потребления наркотиков, наркологическую медицинскую помощь и медико-социальную реабилитацию больных наркоманией.

Основными угрозами сокращению спроса на наркотики являются:

- широкое распространение в обществе терпимого отношения к немедицинскому потреблению наркотиков;
- увеличение численности лиц, вовлеченных в немедицинское потребление наркотиков;
- недостаточная эффективность организации оказания наркологической медицинской, педагогической, психологической и социальной помощи больным наркоманией;
- сокращение числа специализированных наркологических ме-

дицинских учреждений, низкое число наркологических реабилитационных центров (отделений) в субъектах Российской Федерации, а также недостаточное количество медицинских психологов, специалистов по социальной работе, социальных работников и иного персонала, участвующего в осуществлении медико-социальной реабилитации;

- недостаточная доступность медико-социальной реабилитации для больных наркоманией;

- увеличение численности лиц, прошедших лечение, реабилитацию и вновь вернувшихся к немедицинскому потреблению наркотиков;

- смещение личностных ориентиров в сторону потребительских ценностей;

- недостаточно широкий для обеспечения занятости молодежи спектр предложений на рынке труда и слабая организация досуга детей, подростков и молодежи.

Государственная система профилактики немедицинского потребления наркотиков - совокупность мероприятий политического, экономического, правового, социального, медицинского, педагогического, культурного, физкультурно-спортивного и иного характера, направленных на предупреждение возникновения и распространения немедицинского потребления наркотиков и наркомании. Стратегической целью профилактики немедицинского потребления наркотиков является сокращение масштабов немедицинского потребления наркотиков, формирование негативного отношения к незаконному обороту и потреблению наркотиков и существенное снижение спроса на них.

Одним из предпочтительных направлений антинаркотической деятельности является включение в основные и дополнительные образовательные программы общеобразовательных организаций, профессиональных образовательных организаций, образовательных организаций высшего образования и организаций дополнительного профессионального образования разделов по профилактике злоупотребления психоактивными веществами, а также программ, направленных на соответствующие целевые аудитории. При этом реализация целевых программ должна охватывать следующие различные возрастные и социальные группы: дети и подростки в возрасте до 17 лет включительно (обучающиеся образовательных организаций и осужденные в воспитательных колониях уголовно-исполнительной системы России); молодежь в возрасте до 30 лет включительно; работающее население; призывники и военнослужащие.

Стратегической целью государственной политики в области развития наркологической медицинской помощи является своевременное выявление и лечение лиц, незаконно потребляющих наркотики,

совершенствование наркологической медицинской помощи больным наркоманией, повышение ее доступности и качества, снижение уровня смертности.

Реабилитация больных наркоманией определяется как совокупность медицинских, психологических, педагогических, правовых и социальных мер, направленных на восстановление физического, психического, духовного и социального здоровья, способности функционирования в обществе (реинтеграцию) без употребления наркотиков. Стратегической целью государственной политики в сфере реабилитации больных наркоманией является формирование многоуровневой системы, обеспечивающей доступность к эффективным программам реабилитации лиц, больных наркоманией, восстановление их социального и общественного статуса, улучшение качества и увеличение продолжительности жизни больных наркоманией.

Совершенствование организационного, правового и ресурсного обеспечения антинаркотической деятельности осуществляется в целях повышения уровня координации субъектов антинаркотической деятельности и качества их работы в сфере борьбы с незаконным оборотом наркотиков на территории страны, профилактики немедицинского потребления наркотиков, лечения и реабилитации лиц, потребляющих наркотики.

Выполнение системы мероприятий по борьбе с наркотиками приведет к следующим результатам:

- существенному сокращению предложения наркотиков и спроса на них и масштабов последствий незаконного оборота наркотиков;
- созданию и функционированию государственных систем мониторинга наркоситуации в стране и профилактики немедицинского потребления наркотиков, современной системы лечения и реабилитации больных наркоманией;
- разработке стратегических планов по пресечению незаконного распространения наркотиков и их прекурсоров как на федеральном уровне, так и в субъектах страны;
- созданию действенной системы мер противодействия нарко-traфику на территорию страны и надежный государственный контроль за легальным оборотом наркотиков и их прекурсоров;
- организационному, нормативно-правовое и ресурсное обеспечение антинаркотической деятельности.

Риски при реализации системы борьбы с наркотиками:

- управляемые риски: снижение уровня обустройства и охраны государственной границы Российской Федерации; сокращение числа специализированных наркологических медицинских учреждений и численности психиатров-наркологов, психологов, социальных работ-

ников; снижение доступности, качества и эффективности мероприятий профилактики немедицинского потребления наркотиков, лечения и реабилитации лиц, потребляющих наркотики.

- частично управляемые риски: формирование в обществе терпимого отношения к незаконному потреблению наркотиков, дискредитация деятельности органов государственной власти, осуществляющих противодействие незаконному обороту наркотиков; усиление попыток легализации заместительной терапии с использованием наркотических препаратов и пропаганды потребления наркотиков под предлогом программ замены шприцев; увеличение численности лиц, вовлеченных в незаконное потребление наркотиков.

- неуправляемые риски: рост преступности (включая международную) в сфере незаконного оборота наркотиков и их прекурсоров с появлением новых каналов контрабанды; увеличение уровня незаконной миграции; появление в незаконном обороте новых наркотических средств и обладающих наркогенным потенциалом психотропных веществ.

*Вымогательство*, то есть требование передачи чужого имущества или права на имущество или совершения других действий имущественного характера под угрозой применения насилия либо уничтожения или повреждения чужого имущества, а равно под угрозой распространения сведений, позорящих потерпевшего или его близких, либо иных сведений, которые могут причинить существенный вред правам или законным интересам потерпевшего или его близких.

*Мошеничество* — хищение чужого имущества или приобретение права на чужое имущество путем обмана или злоупотребления доверием.

*Кража* — (тайное хищение чужого имущества) - действия лица, совершившего незаконное изъятие имущества в отсутствие собственника или иного владельца этого имущества, или посторонних лиц либо хотя и в их присутствии, но незаметно для них.

*Бандитизм* — создание устойчивой вооруженной группы (банды) в целях нападения на граждан или организации, а равно руководство такой группой (бандой).

*Разбой* — преступление, заключающееся в нападении в целях хищения чужого имущества, совершенное с применением насилия, опасного для жизни или здоровья, либо с угрозой применения такого насилия.

*Изнасилование* — половое сношение с применением насилия или с угрозой его применения к потерпевшей или к другим лицам либо с использованием беспомощного состояния потерпевшей.

*Заложничество* — преступление, суть которого состоит в захвате или удержании лица в качестве заложника, совершенное в целях понуждения государства, организации или гражданина совершить ка-

кое-либо действие или воздержаться от совершения какого-либо действия как условия освобождения заложника.

*Терроризм* — совершение взрыва, поджога или иных действий, устрашающих население и создающих опасность гибели человека, причинения значительного имущественного ущерба либо наступления иных тяжких последствий, в целях дестабилизации деятельности органов власти или международных организаций либо воздействия на принятие ими решений, а также угроза совершения указанных действий в тех же целях.

*Экстремистская деятельность (экстремизм):*

- насильственное изменение основ конституционного строя и нарушение целостности государства;

- публичное оправдание терроризма и иная террористическая деятельность;

- возбуждение социальной, расовой, национальной или религиозной розни; пропаганда исключительности, превосходства либо неполноценности человека, нарушение его прав, свобод и законных интересов по признаку его социальной, расовой, национальной, религиозной или языковой принадлежности, или отношения к религии;

- воспрепятствование осуществлению гражданами их избирательных прав и права на участие в референдуме или нарушение тайны голосования, законной деятельности органов власти, избирательных комиссий, общественных или иных организаций, соединенное с насильем либо угрозой его применения;

- пропаганда и публичное демонстрирование атрибутики или символики нацистской, или символики экстремистских организаций;

- публичные призывы к осуществлению указанных деяний, их организация и подготовка, а также подстрекательство к их осуществлению, финансирование либо иное содействие в их организации, подготовке и осуществлении [12].

*Заражение ВИЧ-инфекцией* — заведомое поставление другого лица в опасность заражения ВИЧ-инфекцией. ВИЧ-инфицированные - лица, зараженные вирусом иммунодефицита человека. ВИЧ-инфекция - хроническое заболевание, вызываемое вирусом иммунодефицита человека. Она приобретает массовое распространение во всем мире, вызывает тяжелые социально-экономические и демографические последствия, создает угрозу личной, общественной, государственной безопасности, а также угрозу существованию человечества, вызывает необходимость защиты прав и законных интересов населения и применения своевременных эффективных мер комплексной профилактики ВИЧ-инфекции.

*Заражение венерической болезнью* — заражение другого лица венерической болезнью лицом, знавшим о наличии у него этой болез-

ни. Иные действия при этом могут выражаться в нарушении больным венерической болезнью гигиенических правил поведения в семье, в быту, на работе и т.п., которое заведомо для больного ставит другое лицо в опасность заражения венерической болезнью.

*Суицид* — акт самоубийства, совершаемый человеком в состоянии сильного душевного расстройства либо под влиянием психического заболевания; осознанный акт устранения из жизни под воздействием острых психотравмирующих ситуаций, при которых собственная жизнь как высшая ценность теряет для данного человека смысл. Самоубийство — осознанные преднамеренные действия, направленные на добровольное лишение себя жизни и приведшие к смерти. В соответствии с Уголовным кодексом подлежит уголовной ответственности доведение лица до самоубийства или до покушения на самоубийство, склонение к совершению самоубийства, содействие совершению самоубийства.

Доведение лица до самоубийства или до покушения на самоубийство может происходить путем угроз, жестокого обращения или систематического унижения человеческого достоинства потерпевшего. Склонение к совершению самоубийства осуществляется путем уговоров, предложений, подкупа, обмана или иным способом при отсутствии признаков доведения до самоубийства. Содействие совершению самоубийства может осуществляться советами, указаниями, предоставлением информации, средств или орудий совершения самоубийства либо устранением препятствий к его совершению или обещанием скрыть средства или орудия совершения самоубийства. Также является уголовным преступлением организация деятельности, направленной на побуждение к совершению самоубийства путем распространения информации о способах совершения самоубийства или призывов к совершению самоубийства сопряженное или не связанное с публичным выступлением, использованием публично демонстрирующегося произведения, средств массовой информации или информационно-телекоммуникационных сетей (включая сеть "Интернет"). Величина наказания за данные преступления зависит от совершения таких деяний: в отношении несовершеннолетнего или лица, заведомо находящегося в беспомощном состоянии либо в материальной или иной зависимости от виновного, женщины, заведомо для виновного находящейся в состоянии беременности, двух или более лиц; группой лиц по предварительному сговору или организованной группой; в публичном выступлении, публично демонстрирующемся произведении, средствах массовой информации или информационно-телекоммуникационных сетях (включая сеть "Интернет") [12].

## ГЛАВА 8. АНТРОПОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ И ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

### 8.1. Совместимость характеристик среды и человека

Негативное воздействия человека без взаимодействия с техническими системами или современными технологиями на окружающую среду ограничены его низкими энергетическими возможностями. В процессе жизнедеятельности и трудового процесса, при определенных условиях, может произойти нарушение совместимости характеристик среды и человека. Тяжесть и напряженность труда определяет нагрузки на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма, центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу человека. Превышение индивидуальных пределов толерантности организма в результате негативного воздействия приведет к нарушению взаимосвязи человека с техническими системами, а значит к реализации антропогенных опасностей.

Информационная взаимосвязь человека с технической системой определяется сенсорным и сенсомоторным полем. К сенсорному полю относят комплекс сигналов, которые воспринимаются человеком непосредственно от системы (шум, вибрация и так далее) из ряда сигнальных показаний приборов, индикаторов и тому подобное. К сенсомоторному полю относят комплекс сигналов от органов управления — рычагов, ручек, кнопок и так далее.

*Антропометрическая* совместимость человека и технической системы предполагает учет размеров тела человека, возможности обзора внешнего пространства, положения (позы) оператора в процессе работы, безопасную организацию рабочего места. Пространственно-антропометрическая совместимость человека и системы состоит в учете антропометрических характеристик и некоторых физиологических особенностей человека при создании рабочего места. При решении этой задачи определяют объем рабочего места, зоны досягаемости для конечностей оператора, расстояние от оператора до приборного пульта и др. Сложность обеспечения этой совместимости заключается в том, что антропометрические показатели у людей разные. Сиденье, удовлетворяющее человека среднего роста, может оказаться крайне неудобным для человека низкого или очень высокого.

Для более правильного использования антропометрических данных человека при проектировании машин применяют метод соматографии или метод моделирования. Соматография — это рабочий метод, заключающийся в конструировании схематических изображений человеческого тела в разных положениях во взаимосвязи с теми

операциями, которые он должен выполнять. Моделирование — это метод, в основе которого лежит использование объемных или плоских моделей человеческой фигуры. Вопросы антропометрии рассматриваются в эргономике, изучающей законы оптимизации рабочих условий.

Общие требования безопасности к конструкции, оснащению и организации рабочих мест при проектировании и изготовлении производственного оборудования, проектировании и организации производственных процессов определяется [54].

Рабочее место, его оборудование и оснащение, применяемые в соответствии с характером работы, должны обеспечивать безопасность, охрану здоровья и работоспособность работающих. Конструкция рабочего места, его размеры и взаимное расположение его элементов (органов управления, средств отображения информации, кресла, вспомогательного оборудования и т.д.) должны соответствовать антропометрическим, физиологическим и психофизиологическим свойствам человека, а также характеру работы.

Уровни (концентрации) опасных и (или) вредных производственных факторов, воздействующих на человека на рабочем месте, не должны превышать установленных предельно допустимых значений. Рабочее место и взаимное расположение его элементов должны обеспечивать безопасное и удобное техническое обслуживание, и чистку.

Конструкция рабочего места должна обеспечивать:

- удобную рабочую позу человека, что достигается регулированием положения кресла, высоты и угла наклона подставки для ног при ее применении и (или) высоты и размеров рабочей поверхности;
- выполнение трудовых операций в зонах моторного поля (оптимальной, легкой досягаемости и досягаемости) в зависимости от требуемой точности и частоты действий.

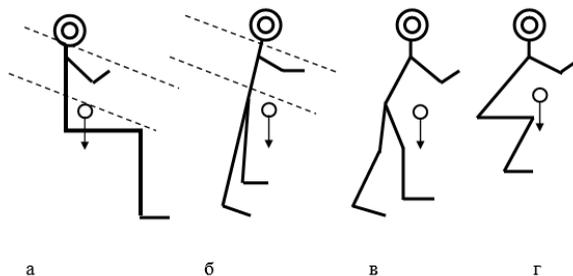


Рисунок 13 - Схема рабочей позы устойчивой (а, б) и неустойчивой (в, г), б, в – стоя, а, г – сидя и зона размещения органов управления, а - сидя, б – стоя

Когда невозможно осуществить регулирование высоты и угла наклона подставки для ног, высоты и размеров рабочей поверхности, допускается проектировать и изготавливать оборудование с нерегулируемыми параметрами. В этом случае высоту рабочей поверхности устанавливают, исходя из характера работы, требований к сенсорному контролю и требуемой точности действий, среднего роста работающих (мужчин — если работают только мужчины, женщин — если работают только женщины, мужчин и женщин — если работают и мужчины, и женщины).

При проектировании рабочего места в зависимости от характера работы следует работу в положении сидя предпочитать работе в положении стоя или обеспечить возможность чередования обоих положений (например, с применением вспомогательного кресла).

Организация рабочего места должна:

- обеспечивать возможность изменения рабочей позы;
- обеспечивать устойчивое положение и свободу движений работающего, сенсорный контроль деятельности и безопасность выполнения трудовых операций;
- исключать или допускать редко и кратковременно работу в неудобных позах (характеризующихся, например, необходимостью сильно наклоняться вперед или в стороны, приседать, работать с вытянутыми или высоко поднятыми руками, и т.п.), вызывающих повышенную утомляемость.

- обеспечивать необходимый обзор зоны наблюдения с рабочего места.

Средства отображения информации необходимо размещать в зонах информационного поля рабочего места с учетом частоты и значимости поступающей информации, типа средства отображения информации, точности и скорости слежения и считывания. Визуальные средства отображения информации должны быть соответственно освещены. Рабочее место должно иметь достаточную освещенность соответственно характеру и условиям выполняемой работы и при необходимости аварийное освещение.

Органы управления размещаются на рабочем месте с учетом рабочей позы, функционального назначения органа управления, частоты применения, последовательности использования, функциональной связи с соответствующими средствами отображения информации. Расстояние между органами управления должно исключать возможность изменения положения органа управления при манипуляции со смежным органом управления.

Рабочее место при необходимости оснащается вспомогательным оборудованием (подъемно-транспортными средствами и т.д.). Его ком-

поновка должна обеспечивать оптимизацию труда и его безопасность.

При выполнении работ, связанных с воздействием на работающих опасных и (или) вредных производственных факторов, рабочее место при необходимости обеспечивается средствами защиты и пожаротушения, спасательными средствами.

Наличие или возможность опасности и способы, которыми можно предупредить или уменьшить ее воздействие на работающих, должны обозначаться сигнальными цветами и знаками безопасности. Применение знаков безопасности не заменяет необходимых мероприятий по безопасности труда. Цветовое решение рабочего места должно соответствовать требованиям технической эстетики.

Взаимное расположение и компоновка рабочих мест должны обеспечивать безопасный доступ на рабочее место и возможность быстрой эвакуации при аварийной ситуации. Пути эвакуации и проходы должны быть обозначены и иметь достаточную освещенность. Организация и состояние рабочих мест, а также расстояния между ними должны обеспечивать безопасное передвижение работающих и транспортных средств, удобные и безопасные действия с материалами, заготовками, полуфабрикатами, а также техническое обслуживание и ремонт производственного оборудования.

*Биофизическая* совместимость человека и технической системы состоит в достижении компромисса между физиологическим состоянием, работоспособностью человека и различными факторами, характеризующими систему с учетом объема, качества выполняемых им задач и продолжительности работы. Здесь должны быть обоснованы и выбраны номинальные и предельные значения отдельных воздействий на организм человека с целью обеспечения минимальной опасности и максимально возможной производительности. Биофизическая совместимость подразумевает создание такой окружающей среды, которая обеспечивает приемлемую работоспособность и нормальное функционирование систем человека. Особое значение имеет терморегулирование организма человека, которое зависит от параметров микроклимата. Этот вид совместимости учитывает требования организма к виброакустическим характеристикам среды, освещенности и другим физическим параметрам.

В таблице 3 приведены параметры микроклимата, которые необходимо учитывать при проектировании условий деятельности.

Таблица 3 - Оптимальные ощущения в зависимости от микроклиматических параметров

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Состояние
21	40	Наиболее приятное состояние
	75	Отсутствие неприятных ощущений
	85	Хорошее спокойное состояние
	91	Усталость, подавленное состояние
24	20	Отсутствие неприятных ощущений
	65	Неприятные ощущения
	80	Потребность в покое
	100	Невозможность выполнения тяжелой работы
30	25	Неприятное ощущение отсутствует
	50	Нормальная работоспособность
	65	Невозможность выполнения тяжелой работы
	81	Повышение температуры тела
	90	Опасность для здоровья

*Энергетическая* совместимость предусматривает согласование органов управления технической системой и подбор оператора для системы с оптимальными возможностями человека в отношении прилагаемых усилий, затрачиваемой мощности, скорости и точности движений. Силовые и энергетические параметры человека имеют определенные границы. Для приведения в действие сенсомоторных устройств (рычагов, кнопок, переключателей и тому подобное) могут потребоваться очень большие или чрезвычайно малые усилия. В первом случае человек будет уставать, что может привести к нежелательным последствиям в управляемой системе. Во втором случае возможно снижение точности работы системы, так как человек не почувствует сопротивления рычагов.

Возможности двигательного аппарата представляют определенный интерес при конструировании защитных устройств и органов управления. Сила сокращения мышц человека колеблется в широких пределах. Например, номинальная сила кисти в 450-650 Н при соответствующей тренировке может быть доведена до 900 Н. Сила сжатия в среднем равная 500 Н для правой и 450 Н для левой руки, может увеличиваться в два раза и более.

В таблице 4 приведены значения оптимальных усилий на органы управления.

Таблица 4 - Физическая нагрузка оператора

Виды нагрузки и органы управления	Нагрузка		
	оптимальная (легкая)	допустимая (средней тяжести)	неблагоприятная (тяжелая)
Мощность внешней механической работы, Вт			
Мужчины	до 20	до 45	45
Женщины	до 12	до 27	27
Максимальный вес, поднимаемый вручную, Н			
Мужчины	до 60	до 150	150
Женщины	до 30	до 90	90
Среднее значение прилагаемых усилий при частом их применении, Н			
Мужчины	до 20	до 60	60
Перемещение (переходы) за смену, км			
	до 4	до 10	10

*Информационная* совместимость имеет особое значение в обеспечении безопасности. В сложных системах человек обычно непосредственно не управляет физическими процессами. Зачастую он удален от места их выполнения на значительные расстояния. Объекты управления могут быть невидимы, неосязаемы, неслышимы. Человек видит показания приборов, экранов, мнемосхем, слышит сигналы, свидетельствующие о ходе процесса. Все эти устройства называют средствами отображения информации. При необходимости работник пользуется рычагами, ручками, кнопками, выключателями и другими органами управлений, в совокупности образующими сенсомоторное поле. Средствами отображения информации и сенсомоторные устройства — так называемая модель машины (комплекса). Через нее человек и осуществляет управление самыми сложными системами. Чтобы обеспечить информационную совместимость, необходимо знать характеристики сенсорных систем организма человека. Информационная совместимость должна соответствовать возможностям человека по приему и переработке потока закодированной информации и эффективному положению управляющих воздействий в системе.

*Социальная* совместимость предопределена тем, что человек — существо биосоциальное. Решая вопросы социальной совместимости, учитывают отношение человека к конкретной социальной группе и социальной группы к конкретному человеку. Социальная совместимость связана с психологическими особенностями человека. Поэтому часто говорят о социально-психологической совместимости, которая особенно ярко проявляется в экстремальных ситуациях в изолированных группах. Но знание этих социально-психологических особенностей позволяет лучше понять аналогичные феномены, которые могут

возникнуть в обычных ситуациях в производственных коллективах, в сфере обслуживания и т.д.

*Технико-эстетическая* совместимость состоит в творческой и эстетической удовлетворенности человека от процесса труда как совокупности физических и интеллектуальных усилий с элементами творческой направленности. Она заключается в обеспечении удовлетворенности человека от общения с техникой, цветового климата, получении положительного ощущения при пользовании изящно выполненным прибором или устройством. Для решения многочисленных и чрезвычайно важных технико-эстетических задач эргономика привлекает художников-конструкторов, дизайнеров.

*Психологическая* совместимость связана с учетом психических особенностей человека и психологии деятельности. Проблемы аварийности и травматизма на современных производствах невозможно решать только инженерными методами. В основе аварийности и травматизма кроме инженерно-конструкторских дефектов, лежат и организационно-психологические причины. К организационно-психологическим причинам относится низкий уровень профессиональной подготовки по вопросам безопасности, недостаточное воспитание, слабая установка специалиста на соблюдение безопасности, допуск к опасным видам работ лиц с повышенным риском травматизма, пребывание людей в состоянии утомления или других психических состояниях, снижающих надежность (безопасность) деятельности специалиста. Психологией безопасности рассматриваются психические процессы, психические свойства и особенно подробно анализируются различные формы психических состояний, наблюдаемых в процессе трудовой деятельности. Особенности психики обусловлены такие явления, встречающиеся у некоторых людей, как боязнь замкнутых (клаустрофобия) или открытых (агорафобия) пространств.

## **8.2. Тяжесть труда**

Тяжесть труда - это характеристика трудового процесса, отражающая преимущественную нагрузку на опорно-двигательный аппарат и функциональные системы организма (сердечно-сосудистую, дыхательную и др.), обеспечивающую его деятельность. Тяжесть труда характеризуется физической динамической нагрузкой, массой поднимаемого и перемещаемого груза, общим числом стереотипных рабочих движений, величиной статической нагрузки, формой рабочей позы, степенью наклона корпуса, перемещениями в пространстве и т.д. Тяжесть труда является количественной характеристикой физического труда [30, 61].

Напряженность труда - характеристика трудового процесса, отражающая нагрузку преимущественно на центральную нервную систему, органы чувств, эмоциональную сферу работника. К факторам, характеризующим напряженность труда, относятся интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные нагрузки, степень монотонности нагрузок, режим работы и т.д. Напряженность труда — количественная характеристика умственного труда. Она определяется величиной информационной нагрузки [30, 61].

На производстве различают четыре уровня воздействия факторов условий труда на человека [26, 30, 61]:

- комфортные условия труда обеспечивают оптимальную динамику работоспособности человека и сохранение его здоровья;
- относительно дискомфортные условия труда при воздействии в течение определенного интервала времени обеспечивают заданную работоспособность и сохранение здоровья, но вызывают субъективные ощущения и функциональные изменения, не выходящие за пределы нормы;
- экстремальные условия труда приводят к снижению работоспособности человека, не вызывают функциональные изменения, выводящие за пределы нормы, но не ведущие к патологическим изменениям;
- сверхэкстремальные условия труда приводят к возникновению в организме человека патологических изменений и к потере трудоспособности.

Медико-физиологическая классификация тяжести и напряженности труда проводится на основании комплексной количественной оценки факторов условий труда, называемой интегральной величиной тяжести и напряженности труда.

К первой категории относят работы, выполняемые в оптимальных условиях труда при благоприятных нагрузках. Вторая категория включает работы, выполняемые в условиях, соответствующих предельно допустимым значениям производственных факторов. К третьей категории относят работы, при которых вследствие не вполне благоприятных условий труда у людей формируются реакции, характерные для пограничного состояния организма (ухудшение некоторых показателей психофизиологического состояния к концу работы). Четвертая категория включает работы, при которых неблагоприятные условия труда приводят к реакциям, характерным для предпатологического состояния у большинства людей. К пятой категории относят работы, при которых в результате воздействия весьма неблагоприятных условий труда у людей в конце рабочего периода формируются реакции, характерные для патологического функционального состояния организма. Шестая категория включает работы, при которых подобные реакции формируются вскоре

после начала трудового периода (смены, недели).

Первая и вторая категории тяжести и напряженности труда соответствуют комфортным, третья - относительно дискомфортным, четвертая и пятая - экстремальным и шестая - сверхэкстремальным производственным условиям. При оценке тяжести физического труда пользуются показателями динамической и статической нагрузки.

Показатели динамической нагрузки: масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную, кг; расстояние перемещения груза, м; мощность выполняемой работы: при работе с участием мышц нижних конечностей и туловища, с преимущественным участием мышц плечевого пояса, Вт; мелкие, стереотипные движения кистей и пальцев рук, количество за смену; перемещение в пространстве (переходы, обусловленные технологическим процессом), км.

Показатели статической нагрузки: масса удерживаемого груза, кг; продолжительность удерживания груза, сек; статическая нагрузка за рабочую смену, Н, при удержании груза: одной рукой, двумя руками, с участием мышц корпуса и ног, кг/сек; рабочая поза, нахождение в наклонном положении, процент сменного времени; вынужденные наклоны корпуса более  $30^\circ$ , количество за смену; линейный пространственный компоновочный параметр элементов производственного оборудования и рабочего места, мм; угловой пространственно-компоновочный параметр элементов производственного оборудования и рабочего места, угол обзора; значение сопротивления приводных элементов органов управления (усилие, необходимое для перемещения органов управления), Н.

Динамическую физическую нагрузку определяют, как правило, одним из следующих показателей – работой, мощностью усилия.

Статическая нагрузка — это усилия на мышцы человека без перемещения тела или его отдельных частей. Величина статической нагрузки определяется произведением величины усилия на время поддержания в кг/сек (в случае различных величин усилий время поддержания каждого из них определяют отдельно, находят произведения величины усилия на время поддержания и затем эти произведения суммируют).

Напряженность труда характеризуется эмоциональной нагрузкой на организм при труде, требующем преимущественно интенсивной работы мозга по получению и переработке информации. Кроме того, при оценке степени напряженности учитывают эргономические показатели: сменность труда, позу, число движений и т.п. Так, если плотность воспринимаемых сигналов не превышает 75 в час, то работа характеризуется как легкая; 75...175 — средней тяжести; свыше 176 — тяжелая работа.

При оценке напряженности умственного труда используют показатели внимания, напряженности зрительной работы и слуха, монотонности труда.

Тяжесть трудового процесса осуществляется по следующим показателям: физическая динамическая нагрузка; масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную; стереотипные рабочие движения; статическая нагрузка; рабочая поза; наклоны корпуса; перемещение в пространстве.

При выполнении работ, связанных с неравномерными физическими нагрузками в разные рабочие дни (смены), оценка условий труда по тяжести трудового процесса (за исключением массы поднимаемого и перемещаемого груза и наклонов корпуса тела работника) осуществляется по средним показателям за 2 - 3 рабочих дня (смены).

Масса поднимаемого и перемещаемого работником вручную груза и наклоны корпуса оцениваются по максимальным значениям.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при физической динамической нагрузке осуществляется путем определения массы груза (деталей, изделий, инструментов), перемещаемого вручную работником при каждой операции, и расстояния перемещения груза в метрах. После этого подсчитывается общее количество операций по переносу работником груза в течение рабочего дня (смены) и определяется величина физической динамической нагрузки ( $\text{кг} \times \text{м}$ ) в течение рабочего дня (смены).

При работах, обусловленных как региональными, так и общими физическими нагрузками в течение рабочего дня (смены), связанных с перемещением груза на различные расстояния, определяется суммарная механическая работа за рабочий день (смену).

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при поднятии и перемещении работником груза вручную осуществляется путем взвешивания такого груза или определения его массы по эксплуатационной и технологической документации. Для определения суммарной массы груза, перемещаемого в течение каждого часа рабочего дня (смены), вес всех грузов за рабочий день (смену) суммируется. Независимо от фактической длительности рабочего дня (смены) суммарную массу груза за рабочий день (смену) делят на количество часов рабочего дня (смены).

В случаях, когда перемещение работником груза вручную происходит как с рабочей поверхности, так и с пола, показатели суммируются. Если с рабочей поверхности перемещался больший груз, чем с пола, то полученную величину следует сопоставлять именно с этим показателем, а если наибольшее перемещение производилось с пола - то с показате-

лем суммарной массы груза в час при перемещении с пола. Если с рабочей поверхности и с пола перемещается равный груз, то суммарную массу груза сопоставляют с показателем перемещения с пола.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при выполнении работником стереотипных рабочих движений и локальной нагрузке (с участием мышц кистей и пальцев рук) осуществляется путем подсчета числа движений работника за 10 - 15 минут, определения числа его движений за 1 минуту. Расчет общего количества движений работника за время, в течение которого выполняется данная работа, выполняется путем умножения на количество минут рабочего дня (смены), в течение которых выполняется работа.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при выполнении работником стереотипных рабочих движений и региональной нагрузке (при работе с преимущественным участием мышц рук и плечевого пояса) осуществляется путем подсчета их количества за 10 - 15 минут или за 1 - 2 повторяемые операции, несколько раз за рабочий день (смену). После оценки общего количества операций или времени выполнения работы определяется общее количество региональных движений за рабочий день (смену).

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при статической нагрузке, связанной с удержанием работником груза или приложением усилий, осуществляется путем перемножения двух параметров: веса груза либо величины удерживающего усилия и времени его удерживания. Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при статической нагрузке, связанной с удержанием груза или приложением усилий, осуществляется с учетом определенной преимущественной нагрузки: на одну руку, на две руки или с участием мышц корпуса и ног. Если при выполнении работы встречается 2 или 3 указанных выше вида статической нагрузки, то их следует суммировать и суммарную величину статической нагрузки соотносить с показателем преимущественной нагрузки.

Статические усилия встречаются в различных случаях: удержание обрабатываемого изделия (инструмента); прижим обрабатываемого инструмента (изделия) к обрабатываемому изделию (инструменту); перемещение органов управления (рукоятки, маховики, штурвалы) или тележек. В первом случае величина статического усилия определяется весом удерживаемого изделия (инструмента). Вес изделия определяется путем взвешивания. Во втором случае величина усилия прижима может быть определена с помощью тензометрических, пьезокристаллических или других датчиков, которые необходимо закрепить на инструменте или изделии. В третьем случае усилие на органах управле-

ния можно определить с помощью динамометра или по технологической (эксплуатационной) документации.

Время удерживания статического усилия определяется на основании хронометражных измерений (или по фотографии рабочего дня). Отнесение условий труда на рабочем месте к классам (подклассам) условий труда по тяжести трудового процесса осуществляется с учетом определенной преимущественной нагрузки: на одну руку, две руки или с участием мышц корпуса тела и ног работника. Если при выполнении работы встречается 2 или 3 указанных выше нагрузки (нагрузки на одну, две руки и с участием мышц корпуса тела и ног работника), то их следует суммировать и суммарную величину статической нагрузки соотносить с показателем преимущественной нагрузки.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса с учетом рабочего положения тела работника осуществляется путем определения абсолютного времени (в минутах, часах) пребывания в той или иной рабочей позе, которое устанавливается на основании хронометражных наблюдений за рабочий день (смену). После этого рассчитывается время пребывания в относительных величинах (в процентах к 8-часовому рабочему дню (смене) независимо от его фактической продолжительности).

Время пребывания в рабочей позе определяется путем сложения времени работы работника в положении стоя и времени его перемещения в пространстве между объектами радиусом не более 5 метров. Если по характеру работы рабочие позы работника разные, то отнесение условий труда к классу (подклассу) условий труда при воздействии тяжести трудового процесса с учетом рабочего положения тела работника следует проводить по наиболее типичной рабочей позе для данной работы.

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса с учетом наклонов корпуса тела работника за рабочий день (смену) определяется путем их прямого подсчета в единицу времени (минуту, час). Далее рассчитывается общее число наклонов корпуса тела работника за все время выполнения работы либо определяется их количество за одну операцию и умножается на число операций за смену. Работой в положении "стоя" считается работа, которая не предполагает возможности ее выполнения в положении "сидя".

Работа с наклоном или поворотом туловища, с поднятыми выше уровня плеч руками, с неудобным размещением ног. Неудобное рабочее положение характерно для работ, при которых органы управления или рабочие поверхности оборудования расположены вне пределов максимальной досягаемости рук работника либо в поле зрения работника находятся объекты, препятствующие наблюдению за обслужива-

ющимся объектом или процессом. Неудобное положение работника может быть также связано с необходимостью удержания работником рук на весу.

К фиксированным рабочим положениям относятся положения с невозможностью изменения взаимного положения различных частей тела работника относительно друг друга. Подобные положения встречаются при выполнении работ, связанных с необходимостью в процессе производственной деятельности различать мелкие объекты. Примером работ с фиксированным рабочим положением являются работы, выполняемые с использованием оптических увеличительных приборов - луп и микроскопов. Фиксированное рабочее положение характеризуется либо полной неподвижностью, либо ограниченным количеством высокоточных движений, совершаемых с малой амплитудой в ограниченном пространстве. К вынужденным рабочим положениям работника относятся положения "лежа", "на коленях", "на корточках".

Оценка условий труда по тяжести трудового процесса при перемещении работника в пространстве осуществляется с учетом такого перемещения по горизонтали и (или) вертикали, обусловленного технологическим процессом, в течение рабочего дня (смены) и определяется на основании подсчета количества шагов за рабочий день (смену) и измерения длины шага. Количество шагов за рабочий день (смену) определяется с помощью шагомера, помещенного в карман работника или закрепленного на его поясе (во время регламентированных перерывов и обеденного перерыва шагомер необходимо выкладывать из кармана работника или снимать с его пояса). Мужской шаг в производственной обстановке в среднем равняется 0,6 м, а женский - 0,5 м.

Перемещением работника в пространстве по вертикали необходимо считать его перемещения по лестницам или наклонным поверхностям, угол наклона которых более  $30^\circ$  от горизонтали. Для работников, трудовая функция которых связана с перемещением в пространстве как по горизонтали, так и по вертикали, эти расстояния необходимо суммировать и сопоставлять с тем показателем, величина которого была больше.

Класс (подкласс) условий труда устанавливается по показателю тяжести трудового процесса, имеющему наиболее высокий класс (подкласс) условий труда. При наличии двух и более показателей тяжести трудового процесса, условия труда по которым отнесены к подклассу вредных условий труда, класс (подкласс) условий труда по тяжести трудового процесса повышается на одну степень.

### 8.3. Напряженность труда

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса осуществляется по следующим показателям [26, 30, 61]:

- плотность сигналов и сообщений (световых, звуковых) в среднем за 1 час работы, поступающих как со специальных устройств (видеотерминалов, сигнальных устройств, шкал приборов), так и при речевом сообщении, в том числе по средствам связи;
- число производственных объектов одновременного наблюдения;
- работа с оптическими приборами (% времени смены). В качестве оптических приборов признаются устройства, применяемые в производственном процессе для увеличения размеров рассматриваемого объекта (лупы, микроскопы, дефектоскопы), либо используемые для повышения разрешающей способности прибора или улучшения видимости (бинокли). Оптическими приборами не признаются различные устройства для отображения информации (дисплеи), в которых оптика не используется (различные индикаторы и шкалы, покрытые стеклянной или прозрачной пластмассовой крышкой);
- нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю);
- монотонность нагрузок число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или в многократно повторяющихся операциях;
- время активных действий;
- монотонность производственной обстановки).

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса по плотности сигналов и сообщений в среднем за 1 час работы осуществляется путем подсчета количества воспринимаемых и передаваемых сигналов (сообщений, распоряжений).

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса по числу производственных объектов одновременного наблюдения осуществляется путем оценки объема внимания (от 4 до 8 несвязанных объектов) и его распределения (способности одновременно сосредотачивать внимание на нескольких объектах или действиях). Условия труда оцениваются по данному показателю только в тех случаях, когда после получения информации одновременно от всех объектов наблюдения необходимо выполнение определенных действий по регулированию технологического процесса. В случае, если информация может быть получена путем последовательного переключения внимания с объекта на объект и имеется достаточно времени до принятия решения и (или) выполнения действий, а работник обычно переходит от распределения к переключению внимания, то такая работа по показателю

числа производственных объектов одновременного наблюдения не оценивается.

Оценка условий труда по напряженности трудового процесса:

- при работе с оптическими приборами (% от продолжительности рабочего дня (смены)) осуществляется на основе хронометражных наблюдений;

- при нагрузке на голосовой аппарат работника (суммарное количество часов, наговариваемое в неделю) осуществляется с учетом продолжительности речевых нагрузок на основе хронометражных наблюдений или экспертным путем посредством опроса работников и их непосредственных руководителей;

- при монотонности нагрузок осуществляется с учетом числа элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций (единиц), и продолжительности выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций, времени активных действий, монотонности производственной обстановки.

Класс (подкласс) условий труда устанавливается по показателю напряженности трудового процесса, имеющему наиболее высокий класс (подкласс) условий труда.

Оценка напряженности труда профессиональной группы работников основана на анализе трудовой деятельности и ее структуры, которые изучаются путем хронометражных наблюдений в динамике всего рабочего дня, в течение не менее одной недели. Анализ основан на учете всего комплекса производственных факторов (стимулов, раздражителей), создающих предпосылки для возникновения неблагоприятных нервно-эмоциональных состояний (перенапряжения). Все факторы (показатели) трудового процесса имеют качественную или количественную выраженность и сгруппированы по видам нагрузок: интеллектуальные, сенсорные, эмоциональные, монотонные, режимные нагрузки.

*Нагрузки интеллектуального характера.*

Содержание работы указывает на степень сложности выполнения задания: от решения простых задач до творческой (эвристической) деятельности с решением сложных заданий при отсутствии алгоритма.

Различия между классами по показателю «содержание работы» (интеллектуальные нагрузки) заключаются лишь в одной характеристике - используются ли решения задач по известным алгоритмам либо эвристические приемы. Они отличаются друг от друга наличием или отсутствием гарантии получения правильного результата. Алгоритм - это логическая совокупность правил, которая, если ей следовать, все-

гда приводит к верному решению задачи. Эвристические приемы - это некоторые эмпирические правила (процедуры или описания), пользование которыми не гарантирует успешного выполнения задачи - такая работа, при которой способы решения задачи заранее не известны.

Таблица 5 - Некоторые признаки сложности решаемых задач

Простые задачи	Сложные задачи
1. Не требуют рассуждений	1. Требуют рассуждений
2. Имеют ясно сформулированную цель	2. Цель сформулирована только в общем (например, руководство работой бригады)
3. Отсутствует необходимость построения внутренних представлений о внешних событиях	3. Необходимо построение внутренних представлений о внешних событиях
4. План решения всей задачи содержится в инструкции (инструкциях)	4. Решение всей задачи необходимо планировать
5. Задача может включать несколько подзадач, не связанных между собой или связанных только последовательностью действий. Информация, полученная при решении подзадачи, не анализируется и не используется при решении другой подзадачи	5. Задача всегда включает решение связанных логически подзадач, а информация, полученная при решении каждой подзадачи, анализируется и учитывается при решении следующей подзадачи
6. Последовательность действий известна, либо она не имеет значения	6. Последовательность действий выбирается исполнителем и имеет значение для решения задачи

#### *Восприятие сигналов (информации) и их оценка.*

Критерием с точки зрения различий между классами напряженности трудового процесса является установочная цель (эталонная норма), которая принимается для сопоставления поступающей при работе информации с номинальными значениями, необходимыми для успешного хода рабочего процесса.

Для ряда работ восприятие сигналов предполагает последующую коррекцию действий или операций. При этом под действием следует понимать элемент деятельности, в процессе которого достигается конкретная, не разлагаемая на более простые, осознанная цель, а под операцией – законченное действие (или сумма действий), в результате которого достигается элементарная технологическая цель. Эталоном является совокупность информации, характеризующей наличное состояние объекта труда при работах, основой которых является интеллектуальная деятельность. Коррекция (сравнение с эталоном), производится здесь по типу процесса опознавания, включая процессы декодирования, информационного поиска и информационной подготовки решения на основе мышления с обязательным использованием интел-

лекта, т.е. умственных способностей исполнителя. К таким работам относится большинство профессий операторского и диспетчерского типа, труд научных работников. Более напряженной является работа, связанная с восприятием сигналов с последующей комплексной оценкой всей производственной деятельности (руководители промышленных предприятий, водители транспортных средств, авиадиспетчеры, конструкторы, врачи, научные работники и т.д.).

*Распределение функций по степени сложности задания.*

Любая трудовая деятельность характеризуется распределением функций между работниками. Соответственно, чем больше возложено функциональных обязанностей на работника, тем выше напряженность его труда. Поданному показателю напряженность труда различается по двум характеристикам - наличию или отсутствию функции контроля и работы по распределению заданий другим лицам. Более низкий класс напряженности труда - работа, обязательным элементом которой является контроль выполнения задания. Здесь имеется в виду контроль выполнения задания другими лицами, поскольку контроль выполнения своих заданий должен оцениваться классом 2 (обработка, выполнение задания и его проверка, которая, по сути, и является контролем). Более высоким классом оценивается по данному показателю такая работа, которая включает не только контроль, но и предварительную работу по распределению заданий другим лицам.

Трудовая деятельность, содержащая простые функции, направленные на обработку и выполнение конкретного задания, не приводит к значительной напряженности труда. Обработка, проверка и, кроме того, контроль за выполнением задания указывает на большую степень сложности выполняемых функций работником, и, соответственно, в большей степени проявляется напряженность труда. Наиболее сложная функция - это предварительная подготовительная работа с последующим распределением заданий другим лицам.

*Характер выполняемой работы.*

В случае, когда работа выполняется по индивидуальному плану, то уровень напряженности труда невысок. Если работа протекает по строго установленному графику с возможной его коррекцией по мере необходимости, то напряженность повышается. Еще большая напряженность труда характерна, когда работа выполняется в условиях дефицита времени. Наибольшая напряженность характеризуется работой в условиях дефицита времени и информации, высокая ответственность за конечный результат работы.

*Длительность сосредоточенного наблюдения (% от времени смены).*

Чем больше процент времени отводится в течение смены на сосредоточенное наблюдение, тем выше напряженность. Общее время рабочей смены принимается за 100 %. Наибольшая длительность сосредоточенного наблюдения за ходом технологического процесса отмечается у операторских профессий: авиадиспетчеры, водители транспортных средств (более 75 % смены). Несколько ниже значение этого параметра (51-75 %) установлено у врачей. От 26 до 50 % значения этого показателя колебалось у медицинских сестер, мастеров промышленных предприятий. Самый низкий уровень этого показателя наблюдается у руководителей предприятия, научных работников, конструкторов (до 25 % от общего времени смены).

В основе этого процесса, характеризующего напряженность труда, лежит сосредоточение, или концентрация внимания на каком-либо реальном (водитель) или идеальном (переводчик) объекте, поэтому данный показатель следует трактовать шире, как «длительность сосредоточения внимания», которое проявляется в углубленности в деятельность. Определяющей характеристикой здесь является именно сосредоточение внимания в отличие от пассивного характера наблюдения за ходом технологического процесса, когда исполнитель периодически, время от времени контролирует состояние какого-либо объекта. Длительное сосредоточенное наблюдение необходимо в тех профессиях, где состояние наблюдаемого объекта все время изменяется, и деятельность исполнителя заключается в периодическом решении ряда задач, непрерывно следующих друг за другом, на основе получаемой и постоянно меняющейся информации (врачи-хирурги в процессе операции, корректоры, переводчики, авиадиспетчеры, водители, операторы радиолокационных станций, и т.д.). Наиболее часто по данному критерию встречаются две ошибки. Первая заключается в том, что данным показателем оцениваются такие работы, когда наблюдение не является сосредоточенным, а осуществляется в дискретном режиме, как, например, у диспетчеров на щитах управления технологическими процессами, когда они время от времени отмечают показания приборов при нормальном ходе процесса. Вторая ошибка состоит в том, что высокие показатели по длительности сосредоточенного наблюдения присваиваются априорно, только из-за того, что в профессиональной деятельности данная характеристика ярко выражена, как, например, у водителей.

*Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в среднем за 1 час работы.*

Данный показатель определяет количество воспринимаемых и передаваемых сигналов (сообщений, распоряжений) позволяет оценить занятость, специфику деятельности работника. Чем больше число поступающих и передаваемых сигналов или сообщений, тем выше информационная нагрузка, приводящая к возрастанию напряженности. По форме (или способу) предъявления информации сигналы могут подаваться со специальных устройств (световые, звуковые сигнальные устройства, шкалы приборов, таблицы, графики и диаграммы, символы, текст, формулы и т.д.) и при речевом сообщении (по телефону и радиотелефону, при непосредственном прямом контакте работников). Наибольшее число связей и сигналов с наземными службами и с экипажами самолетов отмечается у авиадиспетчеров - более 300 в час. Производственная деятельность водителя во время управления транспортными средствами несколько ниже – в среднем около 200 сигналов в течение часа. В диапазоне от 75 до 175 сигналов поступает в течение часа у медицинских сестер и врачей реанимационных отделений (срочный вызов к больному, сигнализация с мониторов о состоянии больного). Наименьшее число сигналов и сообщений характерно для таких профессий, как лаборанты, руководители, мастера, научные работники, конструкторы.

*Число производственных объектов одновременного наблюдения.*

Число производственных объектов одновременного наблюдения указывает, что с увеличением числа объектов одновременного наблюдения возрастает напряженность труда. Эта характеристика труда предъявляет требования к объему внимания (от 4 до 8 несвязанных объектов) и его распределению как способности одновременно сосредотачивать внимание на нескольких объектах или действиях.

Необходимым условием для того, чтобы работа оценивалась данным показателем, является время, затрачиваемое от получения информации от объектов одновременного наблюдения до действий: если это время существенно мало и действия необходимо выполнять сразу же после приема информации одновременно от всех необходимых объектов (иначе нарушится нормальный ход технологического процесса или возникнет существенная ошибка), то работу необходимо характеризовать числом производственных объектов одновременного наблюдения (пилоты, водители, машинисты других транспортных средств, операторы, управляющие роботами и манипуляторами, и другие). Если же информация может быть получена путем последовательного переключения внимания с объекта на объект и имеется достаточно времени до принятия решения и (или) выполнения действий, а че-

ловек обычно переходит от распределения к переключению внимания, то такую работу не следует оценивать по показателю «число объектов одновременного наблюдения» (дежурный электрослесарь по КИПиА, контролер-обходчик, комплектовщик).

Для операторского вида деятельности объектами одновременно наблюдения служат различные индикаторы, дисплеи, органы управления, клавиатура и т.п. Наибольшее число объектов одновременного наблюдения установлено у авиадиспетчеров - 13, несколько ниже это число у водителей автотранспортных средств 6 – 8 объектов. До 5 объектов одновременного наблюдения отмечается у мастеров, руководителей, медсестер, врачей, конструкторов и других.

*Размер объекта различения при длительности сосредоточенно-го внимания (% от времени смены).*

Чем меньше размер рассматриваемого предмета (изделия, детали, цифровой или буквенной информации и т.п.) и чем продолжительнее время наблюдения, тем выше нагрузка на зрительный анализатор. Соответственно возрастает класс напряженности труда. При этом необходимо рассматривать лишь такой объект, который несет смысловую информацию, необходимую для выполнения данной работы. Так, у контролеров это минимальный размер дефекта, который необходимо выявить, у операторов компьютера - размер буквы или цифры, у оператора - размер шкалы прибора, и т.д.

В ряде случаев, когда размеры объекта малы, прибегают к помощи оптических приборов, увеличивающих эти размеры. Если к оптическим приборам прибегают, время от времени, для уточнения информации, объектом различения является непосредственный носитель информации. Например, врачи-рентгенологи при просмотре флюорографических снимков должны дифференцировать затемнения диаметром до 1 мм, и время от времени для уточнения информации пользуются лупой, что увеличивает размер объекта, однако основная работа по просмотру снимков проводится без оптических приборов. В случае, если размер объекта настолько мал, что он неразличим без применения оптических приборов, и они применяются постоянно (например, при подсчете форменных элементов крови, размеры которых находятся в пределах 0,006-0,015 мм, врач-лаборант всегда использует микроскоп), должен регистрироваться размер увеличенного объекта.

*Работа с оптическими приборами (микроскоп, лупа и т.п.) при длительности сосредоточенного наблюдения (% от времени смены).*

На основе хронометражных наблюдений определяется время (часы, минуты) работы за оптическим прибором. Продолжительность рабочего дня принимается за 100 %, а время фиксированного взгляда с использованием микроскопа, лупы переводится в проценты - чем

больше процент времени, тем больше нагрузка, приводящая к развитию напряжения зрительного анализатора. К оптическим приборам относятся те устройства, которые применяются для увеличения размеров рассматриваемого объекта - лупы, микроскопы, дефектоскопы, либо используемых для повышения разрешающей способности прибора или улучшения видимости (бинокли), что также связано с увеличением размеров объекта. К оптическим приборам не относятся различные устройства для отображения информации (дисплеи), в которых оптика не используется - различные индикаторы и шкалы, покрытые стеклянной или прозрачной пластмассовой крышкой.

*Наблюдение за экраном видеотерминала (ч в смену).*

Согласно этому показателю фиксируется время (час, мин) непосредственной работы пользователя видеотерминала с экраном дисплея в течение всего рабочего дня при вводе данных, редактировании текста или программ, чтении информации буквенной, цифровой, графической с экрана. Чем больше время фиксации взора на экран пользователя видеотерминала, тем больше нагрузка на зрительный анализатор и тем выше напряженность труда. Критерий «наблюдение за экранами видеотерминалов» следует применять для характеристики напряженности трудового процесса на всех рабочих местах, которые оборудованы средствами отображения информации, как на электронно-лучевых, так и на дискретных (матричных) экранах (дисплеи, видеомодули, видеомониторы, видеотерминалы).

*Нагрузка на слуховой анализатор.*

Степень напряжения слухового анализатора определяется по зависимости разборчивости слов в процентах от соотношения между уровнем интенсивности речи и «белого» шума. Когда помех нет, разборчивость слов равна 100 % - 1 класс. Ко 2-му классу относятся случаи, когда уровень речи превышает шум на 10-15 дБА и соответствует разборчивости слов, равной 90...70 % или на расстоянии до 3,5 м. Наиболее часто встречаемой ошибкой при оценке напряженности трудового процесса является та, когда данным показателем характеризуется любая работа, проводящаяся в условиях повышенного уровня шума. Показателем «нагрузка на слуховой анализатор» необходимо характеризовать такие работы, при которых исполнитель в условиях повышенного уровня шума должен воспринимать на слух речевую информацию или другие звуковые сигналы, которыми он руководствуется в процессе работы. Примером работ, связанных с нагрузкой на слуховой анализатор, является труд, звукооператора телевидения, радио, музыкальных студий.

*Нагрузка на голосовой аппарат (суммарное количество часов, наговариваемых в неделю).*

Степень напряжения голосового аппарата зависит от продолжительности речевых нагрузок. Перенапряжение голоса наблюдается при длительной, без отдыха голосовой деятельности. Наибольшие нагрузки отмечаются у лиц голосоречевых профессий (педагоги, воспитатели детских учреждений, вокалисты, актеры, дикторы, экскурсоводы и т.д.). В меньшей степени такой вид нагрузки характерен для других профессиональных групп (авиадиспетчеры, телефонисты, руководители и т.д.). Наименьшие значения критерия могут отмечаться в работе других профессий, таких как лаборанты, конструкторы, водители автотранспорта.

*Степень ответственности за результат собственной деятельности.*

Значимость ошибки - указывает, в какой мере работник может влиять на результат собственного труда при различных уровнях сложности осуществляемой деятельности. С возрастанием сложности повышается степень ответственности, поскольку ошибочные действия приводят к дополнительным усилиям со стороны работника или всего коллектива, что соответственно приводит к увеличению эмоционального напряжения. Для таких профессий, как руководители и мастера промышленных предприятий, авиадиспетчеры, врачи, водители транспортных средств и т.п. характерна самая высокая степень ответственности за окончательный результат работы, а допущенные ошибки могут привести к остановке технологического процесса, возникновению опасных ситуаций для жизни людей и окружающей среды.

Если работник несет ответственность за основной вид задания, а ошибки приводят к дополнительным усилиям со стороны всего коллектива, то эмоциональная нагрузка в данном случае уже несколько ниже: медсестры, научные работники, конструкторы. В том случае, когда степень ответственности связана с качеством вспомогательного задания, а ошибки приводят к дополнительным усилиям со стороны вышестоящего руководства (в частности, бригадира, начальника смены и т.п.), то такой труд по данному показателю характеризуется еще меньшим проявлением эмоционального напряжения. Наименьшая значимость критерия отмечается в работе, где работник несет ответственность только за выполнение отдельных элементов продукции, а в случае допущенной ошибки дополнительные усилия только со стороны самого работника.

### *Степень риска для собственной жизни.*

Мерой риска является вероятность наступления нежелательного события, которую с достаточной точностью можно выявить из статистических данных производственного травматизма на данном предприятии и аналогичных предприятиях отрасли. Поэтому на данном рабочем месте анализируют наличие травмоопасных факторов, которые могут представлять опасность для жизни работающих и определяют возможную зону их влияния. Показателем «степень риска для собственной жизни» характеризуют лишь те рабочие места, где существует прямая опасность и рабочая среда таит угрозу непосредственно поражающей реакции (взрыв, удар, самовозгорание), в отличие от косвенной опасности, когда рабочая среда становится опасной при неправильном и непредусмотрительном поведении работающего. Наиболее часто встречающимися видами происшествий, приводящих к несчастным случаям со смертельным исходом, являются: дорожно-транспортные происшествия, падение с высоты, падение, обрушение и обвалы предметов и материалов, воздействие движущихся и вращающихся частей, разлетающихся предметов и деталей. Наиболее частыми источниками травматизма являются автомобили, энергетическое оборудование, тракторы, металлорежущие станки.

Примеры профессий, работа в которых характеризуется повышенной степенью риска для собственной жизни:

- строительные специальности, в основном связанные с работой на высоте (плотники, монтажники лесов, монтажники металлоконструкций, машинисты кранов, каменщики и другие, основным травмирующим фактором в этих профессиях является падение с высоты;

- водители всех видов транспортных средств, основной травмирующий фактор - нарушение правил дорожного движения, неисправность транспортного средства;

- профессии, связанные с обслуживанием энергетического оборудования и систем (электромонтеры, электрослесари и др.), травмирующий фактор – поражение электрическим током;

- основные профессии горнодобывающей промышленности (проходчики, взрывники, скреперисты, рабочие очистного забоя, и др.), травмирующий фактор - взрывы, разрушения, обвалы, выбросы газа.

- профессии металлургии и химического производства (литейщики, плавильщики, конверторщики, и др.), травмирующий фактор - взрывы и выбросы расплавов, воспламенения в результате нарушения технологического процесса.

Риск для собственной жизни связан не только с травмоопасностью, но может определяться и спецификой трудовой деятельности в

определенных социально-экономических условиях в стране. Так, высокий риск для собственной жизни характерен для работников прокуратуры (прокуроры, помощники прокуроров, следователи) и других сотрудников правоохранительных органов.

*Ответственность за безопасность других лиц.*

При оценке напряженности необходимо учитывать прямую, а не опосредованную ответственность (последняя распределяется на всех руководителей), которая вменяется должностной инструкцией. Как правило, это руководители первичных трудовых коллективов - мастера, бригадиры, отвечающие за правильную организацию работы в потенциально опасных условиях и следящие за выполнением инструкций по охране труда и технике безопасности; работники, чья ответственность исходит из самого характера работы – врачи некоторых специальностей (хирурги, реаниматологи, травматологи, воспитатели детских дошкольных учреждений, авиадиспетчеры) и лица, управляющие потенциально опасными машинами и механизмами, например, водители транспортных средств, пилоты пассажирских самолетов, машинисты локомотивов.

*Количество конфликтных производственных ситуаций за смену.*

Наличие конфликтных ситуаций в производственной деятельности ряда профессий (сотрудники всех звеньев прокуратуры, системы МВД, преподаватели и др.) существенно увеличивают эмоциональную нагрузку и подлежат количественной оценке. Количество конфликтных ситуаций учитывается на основании хронометражных наблюдений.

Конфликтные ситуации у педагогов встречаются в виде непосредственного взаимоотношения между педагогом и учащимися, а также участие в разрешении конфликтов, возникающих между учениками. Кроме того, могут возникать конфликты внутри педагогического коллектива с коллегами, руководством и в ряде случаев с родителями учащихся. У прокуроров и работников правоохранительных органов конфликты встречаются с клиентами в виде словесных угроз, угроз по телефону, письменно и при личном общении, а также оскорбления, угрозы физического насилия, физические атаки. Наибольшее число конфликтных ситуаций в среднем за рабочую смену отмечено у работников правоохранительных органов - более 8, меньшее количество у преподавателей от 4 до 8, у помощников следователей прокуратуры от 1 до 3, у работников канцелярии прокуратуры - отсутствуют.

*Число элементов (приемов), необходимых для реализации простого задания или многократно повторяющихся операций» и «Продолжительность выполнения простых производственных заданий или повторяющихся операций.*

Чем меньше число выполняемых приемов и чем короче время, тем, соответственно, выше монотонность нагрузок. Данные показатели наиболее выражены при конвейерном труде. Эти показатели характеризуют так называемую «моторную» монотонность. Необходимым условием для отнесения операций и действий к монотонным является не только их частая повторяемость и малое количество приемов, что может наблюдаться и при других работах, но и их однообразие и, самое главное, их низкая информационная содержательность, когда действия и операции производятся автоматически и практически не требуют пристального внимания, переработки информации и принятия решений, практически не задействуют «интеллектуальные» функции. К таким работам относятся практически все профессии поточно-конвейерного производства - монтажники, слесари-сборщики, регулировщики радиоаппаратуры, и другие работы того же характера - штамповка, упаковка, наклейка ярлыков, нанесение маркировочных знаков. В отличие от этих существуют работы, которые по внешним признакам относятся к монотонным, но, по сути, таковыми не являются, например, работа оператора-программиста компьютера, когда короткие, однообразные и часто повторяющиеся действия имеют значительный информационный компонент и вызывают состояние не монотонии, а нервно-эмоционального напряжения.

*Время активных действий (в % к продолжительности смены).*

Наблюдение за ходом технологического процесса не относится к «активным действиям». Чем меньше время выполнения активных действий и больше время наблюдения за ходом производственного процесса, тем, соответственно выше монотонность нагрузок. Наиболее высокая монотонность по этому показателю характерна для операторов пультов управления химических производств.

*Монотонность производственной обстановки (время пассивного наблюдения за ходом техпроцесса), в % от времени смены.*

Чем больше время пассивного наблюдения за ходом технологического процесса, тем более монотонной является работа. Данный показатель, также, как и предыдущий, наиболее выражен у операторских видов труда, работающих в режиме ожидания (операторы пультов управления химических производств, электростанций и др.).

### *Фактическая продолжительность рабочего дня.*

Этот показатель выделен в самостоятельную рубрику, так как независимо от числа смен и ритма работы фактическая продолжительность рабочего дня колеблется от 6-8 часов (телефонисты, телеграфисты и т.п.) до 12 часов и более (руководители промышленных предприятий). У целого ряда профессий продолжительность смены составляет 12 часов и более (врачи, медсестры и т.п.). Чем продолжительнее работа по времени, тем больше суммарная за смену нагрузка, и, соответственно, выше напряженность труда.

### *Сменность работы.*

Сменность работы определяется на основании внутрипроизводственных документов, регламентирующих распорядок труда на данном предприятии, организации. Самый высокий класс характеризуется нерегулярной сменностью с работой в ночное время (медсестры, врачи и др.).

*Наличие регламентированных перерывов и их продолжительность (без учета обеденного перерыва).*

К регламентированным перерывам следует относить только те перерывы, которые введены в регламент рабочего времени на основании официальных внутрипроизводственных документов, таких как коллективный договор, приказ директора предприятия или организации, либо на основании государственных документов - санитарных норм и правил, отраслевых правил по охране труда и других. Недостаточная продолжительность или отсутствие регламентированных перерывов усугубляет напряженность труда, поскольку отсутствует элемент кратковременной защиты временем от воздействия факторов трудового процесса и производственной среды. Существующие режимы работ авиадиспетчеров, врачей, медицинских сестер и т.д. характеризуются отсутствием регламентированных перерывов, в отличие от мастеров и руководителей промышленных предприятий, у которых перерывы не регламентированы и непродолжительны. В то же время, перерывы имеют место, но они недостаточной продолжительности у конструкторов, научных работников, телеграфистов, телефонистов и др.

## ГЛАВА 9. ПРОИЗВОДСТВЕННЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

### 9.1. Опасные и вредные производственные факторы

С развитием промышленности на человека постоянно воздействуют новые опасности, источником которых является его деятельность, реализуемая в прежде всего в техносфере. Промышленное производство развивалось путем увеличения производственных мощностей и энергетических запасов, увеличивалась плотность компактно проживающего населения и урбанизация территорий. Экономическое развитие приводит к увеличению плотности промышленного производства, к компактному размещению отдельных производств и промышленных районов, происходит увеличение производительности промышленных установок и их энергонасыщенность, увеличивается интенсивность использования средств производства и интенсификация труда работников. Например, нефтеперерабатывающий завод мощностью 10 - 15 млн. т/год сосредоточивает на своей промышленной площадке от 300 до 500 тыс. тонн углеводородного топлива, энергосодержание которого эквивалентно 3-5 мегатоннам тротила. Постоянно происходит интенсификация в технологических процессах параметров температуры, давления, содержания опасных веществ, рост единичной мощности аппаратов, количество находящихся в них опасных веществ. Это явилось причиной расширения сфер деятельности человека, видов опасностей при недостаточной качественной, количественной их оценке и установления оптимальных пороговых уровней опасностей, увеличения масштабов опасных зон и территорий поражения при реализации опасностей. Следствием этих процессов стало увеличение количества жертв, возрастание размера ущерба при авариях на объектах техносферы. При реализации основные опасности способны поражать население, персонал промышленных предприятий и негативно воздействовать на окружающую среду. В данном случае основная опасность определяется как связанная с серьезной угрозой для человека вне или внутри среды его обитания, и (или) угрозой для окружающей среды [96].

Большую часть времени активной жизнедеятельности человека занимает целенаправленная профессиональная работа, осуществляемая в условиях конкретной производственной среды, которая при несоблюдении принятых нормативных требований может неблагоприятно повлиять на его работоспособность и здоровье. Человек подвергается воздействию опасностей в процессе своей трудовой деятельности, которая осуществляется в пространстве производственной среды и техносферы.

Производственная среда — это часть окружающей человека среды, включающая природно-климатические факторы и факторы, связанные с профессиональной деятельностью (шум, вибрация, токсичные пары, газы, пыль, ионизирующие излучения и др.), называемые вредными и опасными факторами. Рабочее место - место, где работник должен находиться или куда ему необходимо прибыть в связи с его работой и которое прямо или косвенно находится под контролем работодателя. Условия труда зависят также от производственной обстановки и характера труда. Условия труда - совокупность факторов производственной среды и трудового процесса, оказывающих влияние на работоспособность и здоровье работника. Безопасные условия труда - условия труда, при которых воздействие на работающих вредных и (или) опасных производственных факторов исключено либо уровни их воздействия не превышают установленных нормативов.

Производственная деятельность - совокупность действий работников с применением средств труда, необходимых для превращения ресурсов в готовую продукцию, включающих в себя производство и переработку различных видов сырья, строительство, оказание различных видов услуг. Характер и организация труда, взаимоотношения в трудовых коллективах могут неблагоприятно влиять на работоспособность или здоровье человека. Они носят название производственные (профессиональные) вредные факторы, под которыми понимаются все факторы, способные вызывать снижение работоспособности, появление острых и хронических отравлений и заболеваний, влиять на рост заболеваемости с временной утратой трудоспособности или другие отрицательные последствия.

В производственной среде объективно складываются вредные и опасные факторы, негативно воздействующие на человека в процессе его жизнедеятельности. Вредный производственный фактор - производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его заболеванию (неблагоприятный микроклимат, повышенный уровень шума, вибрации, плохое освещение, неблагоприятный аэроионный состав воздуха). Опасный производственный фактор — производственный фактор, воздействие которого на работника может привести к его травме (высота, огонь, электрический ток, движущиеся предметы, взрыв).

Вредные и опасные факторы подразделяются на следующие группы на физические, химические, биологические и факторы тяжести трудового процесса [26, 30].

Физические факторы — движущиеся машины и механизмы, повышенные уровни шума и вибрации, электромагнитных и ионизирую-

щих излучений, недостаточная освещенность, повышенный уровень статического электричества, повышенное значение напряжения в электрической цепи и др.

Химические факторы - вещества и соединения, различные по агрегатному состоянию и обладающие токсическим, раздражающим, канцерогенным и мутагенным действиями на организм человека и влияющие на его репродуктивную функцию.

Биологические факторы - патогенные микроорганизмы (бактерии, вирусы, риккетсии, спирохеты) и продукты их жизнедеятельности, а также животные и растения.

Психофизиологические факторы — факторы трудового процесса. К ним относятся физические (статические и динамические перегрузки) и нервно-психические перегрузки (умственное перенапряжение, перенапряжение анализаторов, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Вредные производственные факторы могут приводить к снижению трудоспособности и профессиональным заболеваниям, опасные факторы — к производственному травматизму и несчастным случаям на производстве. Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов приведен в таблице 6 [26, 30, 32].

Таблица 6 - Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов

№ п/п	Наименование вредного и (или) опасного фактора производственной среды и трудового процесса
1	<i>Физические факторы</i>
1.1	Микроклимат <1>
1.1.1	Температура воздуха
1.1.2	Относительная влажность воздуха
1.1.3	Скорость движения воздуха
1.1.4	Тепловое излучение
1.2	<i>Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия (АПФД) &lt;2&gt;</i>
1.3	<i>Виброакустические факторы &lt;3&gt;</i>
1.3.1	Шум
1.3.2	Инфразвук
1.3.3	Ультразвук воздушный
1.3.4	Общая и локальная вибрация
1.4	<i>Световая среда</i>
1.4.1	Освещенность рабочей поверхности <4> (пп. 1.4.1 в ред. Приказа Минтруда России от 20.01.2015 N 24н)
1.4.3	Отраженная блескость <4>
1.5	<i>Неионизирующие излучения &lt;5&gt;</i>
1.5.1	Переменное электромагнитное поле (промышленная частота 50 Гц)
1.5.2	Переменное электромагнитное поле радиочастотного диапазона

Продолжение таблицы 6

1.5.3	Электростатическое поле
1.5.4	Постоянное магнитное поле
1.5.5	Ультрафиолетовое излучение
1.5.6	Лазерное излучение
1.6	<i>Ионизирующие излучения &lt;6&gt;</i>
1.6.1	Рентгеновское, гамма- и нейтронное излучение
1.6.2	Радиоактивное загрязнение производственных помещений, элементов производственного оборудования, средств индивидуальной защиты и кожных покровов работника
2	<i>Химический фактор &lt;7&gt;</i>
2.1	Химические вещества и смеси, измеряемые в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работников, в том числе некоторые вещества биологической природы (антибиотики, витамины, гормоны, ферменты, белковые препараты), которые получают химическим синтезом и (или) для контроля содержания которых используют методы химического анализа
3	<i>Биологический фактор</i>
3.1.	Микроорганизмы-продуценты, живые клетки и споры, содержащиеся в бактериальных препаратах
3.2.	Патогенные микроорганизмы - возбудители особо опасных инфекционных заболеваний <8>
3.3.	Патогенные микроорганизмы - возбудители высококонтагиозных эпидемических заболеваний человека <8>
3.4.	Патогенные микроорганизмы - возбудители инфекционных болезней, выделяемые в самостоятельные нозологические группы <8>
3.5.	Условно-патогенные микроорганизмы <8>
4	<i>Тяжесть трудового процесса &lt;9&gt;</i>
4.1	Физическая динамическая нагрузка
4.2	Масса поднимаемого и перемещаемого груза вручную
4.3	Стереотипные рабочие движения
4.4	Статическая нагрузка
4.5	Рабочая поза
4.6	Наклоны корпуса тела работника
4.7	Перемещение в пространстве
5	<i>Напряженность трудового процесса</i>
5.1	Длительность сосредоточенного наблюдения <10>
5.2	Плотность сигналов (световых, звуковых) и сообщений в единицу времени <10>
5.3	Число производственных объектов одновременного наблюдения <10>
5.4	Нагрузка на слуховой анализатор <10>
5.5	Активное наблюдение за ходом производственного процесса <10>
5.6	Работа с оптическими приборами
5.7	Нагрузка на голосовой аппарат

<1> Идентифицируется как вредный и (или) опасный фактор на рабочих местах, расположенных в закрытых производственных помещениях, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся искусственным источником тепла и (или) холода (за исключением

климатического оборудования, не используемого в технологическом процессе и предназначенного для создания комфортных условий труда).

<2> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется добыча, обогащение, производство и использование в технологическом процессе пылящих веществ, относящихся к АПФД, а также эксплуатируется оборудование, работа на котором сопровождается выделением АПФД (пыли, содержащие природные и искусственные минеральные волокна, угольная пыль).

<3> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых имеется технологическое оборудование, являющееся источником указанных виброакустических факторов.

<4> Идентифицируется как вредный и (или) опасный фактор только при выполнении прецизионных работ с величиной объектов различения менее 0,5 мм, при наличии слепящих источников света, при проведении работ с объектами различения и рабочими поверхностями, обладающими направленно-рассеянным и смешанным отражением, или при осуществлении подземных работ, в том числе работ по эксплуатации метрополитена.

<5> За исключением рабочих мест, на которых работники исключительно заняты на персональных электронно-вычислительных машинах (персональных компьютерах) и (или) эксплуатируют аппараты копировально-множительной техники настольного типа, единичные стационарные копировально-множительные аппараты, используемые периодически для нужд самой организации, иную офисную организационную технику, а также бытовую технику, не используемую в технологическом процессе производства.

<6> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых осуществляется добыча, обогащение, производство и использование в технологическом процессе радиоактивных веществ и изотопов, а также при эксплуатации оборудования, создающего ионизирующее излучение.

<7> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах при добыче, обогащении, химическом синтезе, использовании в технологическом процессе и/или химическом анализе химических веществ и смесей, выделении химических веществ в ходе технологического процесса, а также при производстве веществ биологической природы.

<8> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах:

- организаций, осуществляющих деятельность в области использования возбудителей инфекционных заболеваний человека и животных и (или) в замкнутых системах генно-инженерно-модифицированных организмов III и IV степеней потенциальной опасности при наличии соответствующих разрешительных документов (лицензии) на право осуществления такой деятельности;

- организаций, осуществляющих деятельность в области использования в замкнутых системах генно-инженерно-модифицированных организмов II степени потенциальной опасности;

- медицинских и иных работников, непосредственно осуществляющих медицинскую деятельность;

- работников, непосредственно осуществляющих ветеринарную деятельность, государственный ветеринарный надзор и (или) проводящих ветеринарно-санитарную экспертизу.

<9> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы только на рабочих местах, на которых работниками осуществляется выполнение обусловленных технологическим процессом (трудовой функцией) работ по поднятию и переноске грузов вручную, работ в вынужденном положении или положении "стоя", при перемещении в пространстве.

<10> Идентифицируются как вредные и (или) опасные факторы при выполнении работ по диспетчеризации производственных процессов, в том числе конвейерного типа, на рабочих местах операторов технологического (производственного) оборудования, при управлении транспортными средствами.

Один и тот же опасный и вредный производственный фактор по природе своего действия может относиться одновременно к различным группам, указанным выше.

Таблица 7 - Опасные и вредные факторы производственной среды (примеры)

Опасные и вредные факторы	Источники
Пыль и производственные яды	Негерметичное оборудование, испарения с поверхности ванн, проливов, транспортирование сыпучих материалов, сушка материалов
Вибрации	Виброплощадки, транспорт, виброинструмент
Инфразвук	Виброплощадки, двигатели внутреннего сгорания, газотурбинные двигательные установки, компрессоры
Шум	Истечения газов, кавитация жидкостей <sup>1</sup> , взрыв, ударная обработка материалов, работа машин и механизмов
Ультразвук	Генераторы и дефектоскопы

Электростатические поля	Окраска распылением, синтетические материалы, электротехническое оборудование на постоянном токе
Электромагнитные поля	Установки токов высокой частоты, индукционная сушка, электроламповые генераторы, сварочные генераторы, радиолокационные станции, антенны и т.п.
Лазерное излучение	Лазеры, отраженное лазерное излучение
Ионизирующие излучения	Радиоактивные материалы, дефектоскопы, установки
Открытое пламя	Печи, горелки, факелы
Электрический ток	Электрические сети и установки (распределители, трансформаторы, выпрямители и др. потребители)
Системы повышенного давления	Баллоны, емкости под давлением, трубопроводы, компрессоры
Подъемно-транспортные и движущиеся механизмы	Подъемные краны, станочное оборудование, транспорт

1 - Кавитация (от лат. *cavita* — пустота) - процесс парообразования и последующего схлопывания пузырьков пара с одновременным конденсированием пара в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образование в жидкости полостей (кавитационных пузырьков, или каверн), заполненных паром самой жидкости.

## 9.2. Основные формы трудовой деятельности

В соответствии с принятой физиологической классификацией трудовой деятельности и настоящее время различают следующие формы труда.

Формы труда, требующие значительной мышечной энергии. Этот вид трудовых операций применяется при отсутствии механизированных средств и требует повышенных энергетических затрат от 17 до 25 МДж (4000-6000 ккал) и выше в сутки. Развивая мышечную систему и стимулируя обменные процессы, напряженный физический труд имеет и ряд недостатков. Это, прежде всего, его неэффективность, связанная с низкой производительностью и необходимостью перерывов на восстановление физических сил, доходящих до 50 % рабочего времени.

Механизированные формы труда. При этих формах труда энергетические затраты рабочих колеблются в пределах 12,5-17 МДж (3000-4000 ккал) в сутки. Механизированные формы труда изменяют характер мышечных нагрузок и усложняют программы действий. Профессии механизированного труда нередко требуют специальных знаний и навыков. В условиях механизированного производства наблюдается уменьшение объема мышечной деятельности, в работу

вовлекаются мелкие мышцы дистальных отделов конечностей, которые должны обеспечить большую скорость и точность движений, необходимые при управлении механизмами. Монотонность простых и большей частью локальных действий, однообразие и малый объем воспринимаемой в труде информации приводят к монотонности труда.

Формы, связанные с частично автоматизированным производством. Полуавтоматическое производство исключает человека из процесса непосредственной обработки предмета труда, который целиком выполняют механизмы. Задача человека ограничивается обслуживанием автоматизированных линий и управлением электронной техникой. Характерные черты этого вида работ — монотонность, повышенный темп и ритм работы, нервная напряженность. Физиологическая особенность автоматизированных форм труда — это постоянная готовность работника к действию и быстрота реакции по устранению возникающих неполадок. Такое функциональное состояние “оперативно-го ожидания” различно по степени утомляемости и зависит от отношения к работе, срочности необходимого действия, ответственности предстоящей работы и т.д.

Групповые формы труда — конвейер. Особенность этой формы заключается в разделении общего процесса на конкретные операции, строгой последовательности их выполнения, автоматической подаче деталей к каждому рабочему месту с помощью движущейся ленты конвейера. Конвейерная форма труда требует синхронной работы участников в соответствии с заданным ритмом и темпом. При этом, чем меньше времени тратит работник на операцию, тем монотоннее работа и проще ее содержание. Монотония — одно из отрицательных последствий конвейерного труда, которое выражается в преждевременной усталости и нервном истощении. В основе этого явления лежит преобладание процесса торможения в корковой деятельности, развивающееся при действии однообразных повторных раздражителей, что снижает возбудимость анализаторов, рассеивает внимание, уменьшает скорость реакции, и, как следствие, быстро наступает утомление.

Формы труда, связанные с дистанционным управлением производственными процессами и механизмами. Человек включен в систему управления как необходимое оперативное звено - чем менее автоматизирован процесс управления, тем больше участие человека. С физиологической точки зрения различаются две основные формы управления производственным процессом: в одних случаях пульта управления требуют частых активных действий человека, а в других - редких. В первом случае непрерывное внимание работника получает разрядку

в многочисленных движениях или речедвигательных актах, во втором — работник находится главным образом в состоянии готовности к действию, его реакции малочисленны.

Формы интеллектуального (умственного) труда. Этот труд представлен как профессиями, относящимися к сфере материального производства, например, конструкторы, инженеры, техники, диспетчеры, операторы и др., так и вне его - ученые, врачи, учителя, писатели, артисты, художники и др. Интеллектуальный труд заключается в переработке и анализе большого объема разнообразной информации, следствием чего является мобилизация памяти и внимания, частота стрессовых ситуаций. Однако мышечные нагрузки, как правило, незначительны, суточные энергозатраты составляют 10-11,7 МДж (2000-2400 ккал) в сутки. Для интеллектуального труда характерна гипокинезия, т.е. значительное снижение двигательной активности человека, приводящее к ухудшению реактивности организма и повышению эмоционального напряжения. Гипокинезия является неблагоприятным производственным фактором, одной из причин сердечно-сосудистой патологии у лиц умственного труда.

В современных условиях возрастает роль творческого элемента во всех сферах профессиональной деятельности. В наступивший компьютерный век во многих профессиях, преимущественно физического труда, увеличивается доля умственного компонента, когда даже функции управления и контроля возлагаются на электронную технику. Умственный труд связан с приемом и переработкой информации, требует напряжения сенсорного аппарата, внимания, памяти, а также активации процессов мышления, эмоциональной сферы. Формы умственного труда подразделяются на операторский, управленческий, творческий труд, труд медицинских работников, преподавателей, учащихся и студентов. Отличаются они по организации трудового процесса, равномерности нагрузки, степени эмоционального напряжения.

Операторский труд в условиях современного многофакторного производства на первый план выдвигаются функции управления и контроля за работой технологических линий, процессами товародвижения и обслуживания покупателей. Например, труд диспетчера оптовой базы или главного администратора супермаркета связан с переработкой большого объема информации за короткое время и повышенной нервноэмоциональной напряженностью.

Управленческий труд — труд руководителей учреждений, предприятий, характеризующийся чрезмерным ростом объема информации, быстрым принятием решения, повышенной личной ответственностью, периодическим возникновением конфликтных ситуаций.

Творческий труд — наиболее сложная форма трудовой деятельности, требующая значительного объема памяти, напряжения внимания, что повышает нервное и эмоциональное напряжение. Это труд педагогов, программистов, дизайнеров, научных работников, писателей, композиторов, артистов, художников, архитекторов, конструкторов.

Труд преподавателей, торговых и медицинских работников, работников всех сфер услуг отличается постоянными контактами с людьми, повышенной ответственностью, часто дефицитом времени и информации для принятия правильного решения, что обуславливает высокую степень нервного и эмоционального напряжения. Труд учащихся и студентов — это напряжение основных психических функций, таких как память, внимание, восприятие; наличие стрессовых ситуаций (экзамены, зачеты).

Успешное осуществление различных форм трудовой деятельности человека возможно при обязательном учете физиологических основ умственного и физического труда, проведении необходимых мер по повышению работоспособности организма, созданию комфортных условия для трудовых коллективов и отдельных работников.

### 9.3. Техногенные опасности

К *техногенным* относятся опасности, связанные с объектами, которые созданы человеком. Техногенными называются опасности, связанные непосредственно с природой механизмов, машин, сооружений, технических устройств и других искусственных объектов. Техногенные опасности по воздействию на человека подразделяются на механические, физические, химические, психофизиологические и другие [68, 71, 96, 97].

*Механические опасности* - нежелательные воздействия на человека, происхождение которых обусловлено силами гравитации или кинетической энергией тел. Они создаются падающими, движущимися, вращающимися объектами природного и искусственного происхождения. Носителями механических опасностей искусственного происхождения являются машины и механизмы, различное оборудование, транспорт, здания и сооружения, многие другие объекты, воздействующие в силу разных обстоятельств на человека своей массой, кинетической энергией или другими свойствами. В результате действия механических опасностей возможны телесные повреждения различной тяжести. Объекты, представляющие механическую опасность, можно разделить по наличию энергии на два класса: энергетические и потенциальные. Энергетические объекты воздействуют на человека, так как имеют тот или иной энергетический потенциал. По-

тенциальные механические опасности лишены энергии - травмирование происходит за счет энергии самого человека.

*Вибрацией* называются механические колебания, испытываемые каким-то телом. Причиной вибрации являются неуравновешенные силовые воздействия. Различают общую и локальную (местную) вибрации. Основными параметрами, характеризующими вибрацию, являются: амплитуда смещения, то есть величина наибольшего отклонения колеблющейся точки от положения равновесия.

В зависимости от способа передачи колебаний вибрация подразделяется на общую вибрацию, передающуюся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека, и локальную, передающуюся через руки человека. Общая вибрация вызывает сотрясение всего организма, местная воздействует на отдельные части тела. Иногда работник может одновременно подвергаться общей и местной вибрации (комбинированная вибрация). Вибрация, воздействующая на ноги сидящего человека, на предплечья, контактирующие с вибрирующими поверхностями рабочих столов, также относится к локальной. По направлению действия общая вибрация подразделяется на вертикальную (направленную перпендикулярно опорной поверхности) и горизонтальную (действующую в плоскости, параллельной опорной поверхности).

Таблица 8 - Классификация вибрации

Наименование показателя	Характеристика показателя
По способу передачи на человека	Общая - через опорные поверхности на тело
	Локальная - через руки от органов управления
По частоте	Низкочастотная , до 8 Гц
	Среднечастотная , 8 - 125 Гц
	Высокочастотная , более 125 Гц
По характеру	Широкополосная
	Синусоидальная
По времени действия	Постоянная – не более чем на 6 дБ за 1 мин
	Непостоянная – изменяется более чем на 6 дБ за 1 мин
По источнику возникновения	Транспортная (движение мобильных машин)
	Транспортно технологическая (совмещение движения с технологическим процессом)
	Технологическая (работа стационарных машин)

Вибрация оказывает на организм человека различное действие в зависимости от спектра, направления, места приложения и продолжительности воздействия, а также от индивидуальных особенностей человека. При совпадении частоты возбуждения системы с ее собствен-

ной частотой возникает явление резонанса, при котором амплитуда колебаний резко возрастает. Воздействие вибрации на человека имеет негативные последствия, вызывающие вибрационную болезнь. Симптомы вибрационной болезни проявляются в нарушении работы сердечно-сосудистой и нервной систем, поражении мышечных тканей и суставов, нарушении функций опорно-двигательного аппарата. Колебания сидящего человека являются причиной заболеваний позвоночника. При работе с ручными машинами на тело человека через руки передается локальная вибрация. Сроки появления симптомов вибрационной болезни зависят от уровня и времени воздействия вибрации в течение рабочего дня. Воздействие ручных машин на человека зависит от многих факторов: типа машины (ударные машины более опасны, чем машины вращательного типа), твердости обрабатываемого материала, направления вибрации, силы обхвата инструмента. Вредное воздействие вибрации усугубляется при мышечной нагрузке, неблагоприятных условиях микроклимата.

*Шум* — это механические колебания, распространяющиеся в твердой, жидкой или газообразной среде. Частицы среды при этом колеблются относительно положения равновесия. Шум создается источником, который имеет определенную мощность. Мощность, приходящаяся на единицу площади, перпендикулярной к направлению распространения звука, называется интенсивностью или силой звука. Человек воспринимает звуки в определенном диапазоне давления и интенсивности звука. Шум является одним из основных неблагоприятных факторов техносферы (производственной и городской среды).

Таблица 9 - Классификация производственного шума

Наименование показателя	Характеристика показателя
По источнику образования	Механический
	Аэродинамический
	Гидродинамический
	Электродинамический
По частоте	Низкочастотный, до 300 Гц
	Среднечастотный, 300 - 800 Гц
	Высокочастотный, более 800 Гц
По характеру спектра	Широкополосный
	Тональный
По времени действия	Постоянный
	Непостоянный (колеблющийся, прерывистый, импульсный)

Шум оказывает влияние на весь организм человека. Шум с уровнем звукового давления до 30-35 дБ привычен для человека и не

беспокоит его. Повышение этого уровня до 40-70 дБ в условиях среды обитания создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая ухудшение самочувствия, а при длительном действии может быть причиной неврозов. Воздействие шума уровнем свыше 75 дБ может привести к потере слуха - профессиональной тугоухости. При действии шума высоких уровней (более 140 дБ) возможен разрыв барабанных перепонок, контузия, а при еще более высоких (более 160 дБ) и смерть.

Таблица 10 - Уровень шума от различных источников

Источник шума	Уровень шума, дБ	Влияние шума на организм человека
Шелест падающих листьев	10	Допустимый уровень шума – не вызывает у человека значительного беспокойства и существенных изменений показателей функционального состояния систем и анализаторов, чувствительных к шуму.
Звуки леса	20	
Тиканье часов	30	
Шепот	35	
Работающий кондиционер	45	Создает значительную нагрузку на нервную систему, вызывая снижение внимания, ухудшение самочувствия, чувство раздражения, при длительном действии может быть причиной неврозов
Разговорная речь	50	
Офис при активной работе	65	
Пылесос	70	
Шум автодороги	80	
Детский плач	80	
Рабочая зона предприятия	85	
Приближающийся поезд	90	
Игра на пианино	90	
Ремонтные работы в квартире	100	
Музыка в ночном клубе	110	Возбуждение организма, снижение трудоспособности, быстрая утомляемость, головная боль, может привести к потере слуха и профессиональным заболеваниям - тугоухости
Крик пяти человек одновременно	120	
Отбойный молоток	120	
Автомобильный сигнал	120	
Взлет самолета	140	
Взрыв	200	

Шумовое воздействие, сопровождающееся повреждением слухового анализатора, проявляется медленно прогрессирующим снижением слуха. У некоторых лиц серьезное шумовое повреждение слуха может наступить уже в первые месяцы воздействия, у других - потеря слуха развивается постепенно. Снижение слуха на 10 дБ практически неощутимо, на 20 дБ - начинает серьезно мешать человеку, так как нарушается способность слышать важные звуковые сигналы, наступа-

ет ослабление разборчивости речи. Необратимые потери слуха наступают и с увеличением возраста. Обычно это явление начинается в возрасте приблизительно 30 лет у мужчин и 35 лет у женщин с потери чувствительности слуха к высоким частотам. С годами оно распространяется на более низкие частоты, достигая речевого диапазона 500-3000 Гц.

Область пространства, в которой распространяются звуковые волны, называется звуковым полем. В каждой точке звукового поля давление и скорость движения частиц воздуха изменяются во времени. Шумы классифицируются по их спектральным и временным характеристикам. В зависимости от характера спектра шумы бывают тональными, в спектре которых имеются слышимые дискретные тона, и широкополосными - с непрерывным спектром шириной более одной октавы. В домах к шуму, проникающему снаружи, добавляется еще и структурный шум, распространяющийся по стенам и конструкциям. Он появляется при работе лифта, насосов, при проведении ремонтов и другое. При работе источника шума в помещении звуковые волны многократно отражаются от стен, потолка и различных предметов. Отражения могут увеличить шум в помещениях на 10-15 дБ по сравнению с шумом того же источника на открытом воздухе.

*Инфразвук* — звуковые колебания и волны с частотами, лежащими ниже полосы слышимых частот — 16 Гц, которые не воспринимаются человеком. Для инфразвука характерно малое поглощение. Поэтому инфразвуковые волны в воздухе, воде и в земной коре могут распространяться на очень большие расстояния. Этим свойством инфразвука пользуются для раннего обнаружения стихийных бедствий, исследований свойств атмосферы и водной среды. Источником инфразвука является гром, взрывы, орудийные выстрелы, землетрясения. Источниками инфразвука могут быть средства транспорта, компрессорные установки, мощные вентиляционные системы, системы кондиционирования, турбулентные процессы в мощных потоках газов и жидкостей и др. Существует множество природных источников инфразвука: извержение вулканов, смерчи, штормы. Часто инфразвук сопутствует шуму. Инфразвук оказывает неблагоприятное влияние на работоспособность человека, вызывает изменения со стороны сердечно-сосудистой, дыхательной систем организма, отмечается раздражительность, рассеянность, головокружение.

Выделяются наиболее опасные для человека зоны воздействия инфразвука, определяемые его уровнем и временем воздействия. Первая зона – высокий уровень негативного воздействия инфразвука при уровнях, превышающих 185 дБ с экспозицией свыше 10 мин.

Вторая зона - действие инфразвука с уровнями от 185 до 145 дБ - вызывает эффекты опасные для человека. Действие инфразвука с уровнями ниже 120 дБ, как правило, не приводит к каким-либо значительным последствиям.

*Ультразвук* находит широкое применение в металлообрабатывающей промышленности, машиностроении, металлургии, медицине и так далее. Частота применяемого ультразвука от 20 кГц до 1 МГц, мощности — до нескольких киловатт. Ультразвук может действовать на человека через воздушную, жидкую или твердую среду, оказывать контактное действие на руки. Низкочастотные ультразвуковые колебания хорошо распространяются в воздухе. Биологический эффект воздействия на организм зависит от интенсивности, длительности воздействия и размеров поверхности тела, подвергаемого действию ультразвука. Длительное систематическое влияние ультразвука, распространяющегося в воздухе, оказывает вредное воздействие на организм человека вызывая функциональные нарушения нервной системы, изменения давления, состава и свойства крови, головные боли, быструю утомляемость, потерю слуховой чувствительности.

*Электромагнитное поле* — особая форма материи. Любая электрически заряженная частица окружена электромагнитным полем, составляющим с ней единое целое. Электромагнитное поле может существовать и в свободном, отделенном от заряженных частиц состоянии — в виде движущихся со скоростью близкой к скорости света, фотонов или вообще в виде излученного, движущегося с этой скоростью электромагнитного поля (электромагнитных волн, или электромагнитного излучения). Около источника электромагнитного поля выделяют ближнюю зону, или зону индукции, и дальнюю зону, или зону излучения. В диапазоне от низких частот до коротковолновых излучений частотой менее 100 МГц электромагнитное поле около генератора следует рассматривать как поле индукции, а рабочее место — находящимся в зоне индукции. В зоне индукции электрическое и магнитное поля можно учитывать независимыми друг от друга.

Все промышленные и бытовые электро- и радиоустановки являются источниками искусственных полей и излучений разной интенсивности. Источниками электрических полей промышленной частоты (50 Гц) - линии электропередачи и открытые распределительные устройства, возникают вокруг любых электроустановок и токопроводов промышленной частоты. Чем больше значение тока, тем выше интенсивность магнитного поля. Источниками электромагнитных излучений радиочастот являются мощные радиостанции, антенны, генераторы сверхвысоких частот, установки индукционного и диэлектриче-

ского нагрева, радары, измерительные и контролирующие устройства, исследовательские установки, высокочастотные приборы и устройства в медицине и в быту.

Источником электромагнитного поля в быту - микроволновые печи, телевизоры любых модификаций, мобильные телефоны. Источниками риска воздействия магнитных полей промышленной частоты признаются электроплиты с электроподводкой, электрогрили, утюги, холодильники (при работающем компрессоре) и другие бытовые электроприборы, включая электробритвы и электрочайники.

Механизм воздействия электромагнитного поля вызывает нагрев тканей человека как за счет переменной поляризации диэлектрика, так и за счет появления токов проводимости. Электромагнитное поле вызывает изменения в организме: торможение рефлексов, понижение кровяного давления (гипотонию), замедление сокращений сердца (брадикардию), изменение состава крови в сторону увеличения числа лейкоцитов и уменьшения эритроцитов, помутнение хрусталика глаза (катаракту). Значительную опасность представляют магнитные поля, возникающие в зонах, прилегающих к электрифицированным железным дорогам. Магнитные поля высокой интенсивности обнаруживаются даже в зданиях, расположенных в непосредственной близости от этих зон. Воздействие электромагнитных полей на человека не обнаруживается органами его чувств и зависит от напряженностей электрического и магнитного полей, потока энергии, частоты колебаний, наличия сопутствующих факторов, режима облучения, размера облучаемой поверхности тела и индивидуальных особенностей организма. Относительная биологическая активность импульсных излучений выше непрерывных.

Неионизирующие электромагнитные поля естественного происхождения являются постоянно действующим фактором. К ним относятся: атмосферное электричество, радиоизлучения солнца и галактик, электрическое и магнитное поле земли.

*Лазерное излучение.* Лазеры, являющиеся источниками лазерного излучения, используются в промышленности, медицине, научных исследованиях, системах мониторинга состояния окружающей среды. Лазерное излучение генерируется в инфракрасной, световой и ультрафиолетовой областях неионизирующего электромагнитного поля. Неблагоприятное влияние лазеров разделяют на первичные и вторичные. К первичным относят факторы, источником образования которых является непосредственно сама лазерная установка. Вторичные факторы возникают в результате взаимодействия лазерного излучения с мишенью. К первичным факторам вредности относят лазерное излучение,

повышенное электрическое напряжение, световое излучение импульсных ламп накачки или газового разряда, электромагнитное излучение, акустические шумы и вибрация от работы вспомогательного оборудования, загрязнение воздуха газами, выделяющимися из узлов установки, рентгеновское излучение электроионизационных лазеров или электровакуумных приборов. Вторичные факторы включают отраженное лазерное излучение, аэродисперсные системы и акустические шумы, образующиеся при взаимодействии лазерного излучения с мишенью, излучение плазменного факела.

Лазерное излучение может оказывать опасное воздействие на организм человека и в первую очередь на органы зрения. Основным патологическим эффектом облучения тканей лазерным излучением является поверхностный ожог, степень которого связана с пространственно-энергетическими и временными характеристиками излучения.

*Электрический ток.* Проходя через организм человека, электрический ток вызывает термическое, электролитическое и биологическое действие. При коротком замыкании в электрических сетях с образования электрической дуги возможно возникновение возгораний горючих веществ, приводящее к пожарам и взрывам, нанесению травм работникам, находящихся в зоне влияния дуги.

Термическое действие тока проявляется в ожогах некоторых отдельных участков тела, нагреве кровеносных сосудов, нервов, крови. Электролитическое действие тока проявляется в разложении крови и других органических жидкостей организма и вызывает значительные нарушения их физико-химического состава. Биологическое действие тока проявляется как раздражение и возбуждение живых тканей организма, что сопровождается произвольными судорожными сокращениями мышц, в том числе легких и сердца. В результате могут возникнуть различные нарушения и даже полное прекращение деятельности органов кровообращения и дыхания.

Действие электрического тока может привести к двум видам поражения: электрическим травмам и электрическим ударам. Электрические травмы представляют собой четко выраженные местные повреждения тканей организма, вызванные воздействием электрического тока или электрической дуги. Различают электрические травмы: электрические ожоги, электрические знаки, металлизацию кожи, электроофтальмию и механические повреждения.

Электрический удар — это возбуждение живых тканей организма проходящим через него электрическим током, сопровождающееся произвольными судорожными сокращениями мышц. В зависимости от исхода воздействия тока на организм выделяют четыре сте-

пени: I — судорожное сокращение мышц без потери сознания; II — судорожное сокращение мышц, потеря сознания, но сохранение дыхания и работы сердца; III — потеря сознания и нарушение сердечной деятельности или дыхания (либо того и другого вместе); IV — клиническая смерть, то есть отсутствие дыхания и кровообращения.

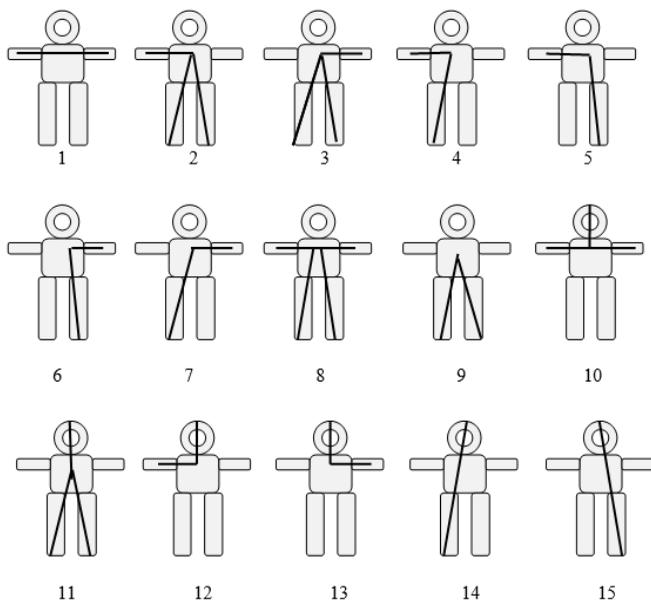


Рисунок 14 - Характерные пути тока в теле человека  
(петли тока)

- 1 – рука – рука; 2 – правая рука – ноги; 3 – левая рука – ноги;
- 4 – правая рука – правая нога; 5 – правая рука – левая нога;
- 6 – левая рука – левая нога; 7 – левая рука – правая нога;
- 8 – обе руки – обе ноги; 9 – нога – нога; 10 – голова – руки;
- 11 – голова – ноги; 12 – голова – правая рука; 13 – голова – левая рука; 14 – голова – правая нога; 15 – голова – левая нога

Факторами, влияющими на результат воздействия электрического тока на человека, являются: величина, род, частота тока; путь прохождения тока; время его действия; температура и влажность воздуха; состояние кожных покровов человека. Минимальная величина тока, под которым возникает судорожное сокращение мышц, называют

пороговым неотпускающим током. Для переменного тока частотой 50 Гц эта величина составляет 6-16 мА. Наиболее опасное воздействие наблюдается в случаях, когда ток проходит через сердце или мозг. Рост времени воздействия тока повышает опасность смертельного поражения. Длительные судороги мышц могут привести к остановке дыхания и сердца. Сопротивление тела человека во многом зависит от состояния его кожных покровов.

Наиболее опасными, но относительно редко отмечаемыми являются петли «голова – руки» и «голова – ноги». В этом случае ток может проходить через головной и спинной мозг. Также опасным является путь «правая рука – ноги», который наиболее частот возникает. Наименее опасным является путь «нога – нога», называемый нижней петлей и возникающий при воздействии на человек напряжения шага.

Опасность поражения человека электрическим током зависит от состояния и вида помещения, где применяются электрические сети и электроустановки.

По опасности поражения током различают:

1 - помещения без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие повышенную или особую опасность;

2 - помещения с повышенной опасностью, характеризующиеся наличием одного из следующих условий:

- сырости (относительная влажность длительно превышает 75 %) или токопроводящей пыли;

- токопроводящих полов (металлические, земляные, железобетонные);

- высокой температуры, постоянно или периодически (более суток) превышающей +35 °С;

- возможности одновременного прикосновения к металлическим корпусам электрооборудования, с одной стороны, и к металлоконструкциям зданий, имеющим соединение с землей, технологическим аппаратам, механизмам с другой;

3 - помещения особо опасные, характеризующиеся одним из следующих признаков:

- особой сыростью (влажность близка к 100 %);

- химически активной или органической средой, разрушающей изоляцию и токоведущие части электрооборудования;

- наличием одновременно двух или более условий повышенной опасности - производственные помещения;

4 - территории размещения наружных электроустановок, которые по опасности поражения током приравниваются к особо опасным помещениям.

Опасность поражения человека электрическим током наступает вследствие: напряжения шага, которое равно напряжению между точками земли, растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека. Численно напряжение шага равно разности потенциалов точек, на которых находятся ноги человека. Поле потенциалов на поверхности земли может возникнуть:

- при замыкании провода на землю в результате его обрыва, при стекании тока с заземлителя;

- при прикосновении к неизолированным токоведущим частям, когда человек одновременно находится в контакте с потенциалом земли или другой токоведущей частью иного потенциала (прямое прикосновение);

- при прикосновении к части электрического оборудования, которая находится под напряжением, вследствие повреждения изоляции, когда человек находится в контакте с потенциалом земли или другой проводящей частью оборудования иного потенциала (косвенное прикосновение);

- при образовании электрической дуги между токоведущей частью установки и человеком, что возможно в электрических установках напряжением свыше 1000 В.

Случаи поражения человека током в электрических сетях возможны лишь при замыкании электрической цепи через тело человека при прикосновении человека не менее чем к двум точкам цепи, между которыми существует напряжение (разность потенциалов).

Наиболее характерными являются две схемы включения: между двумя проводами (двухфазное включение) и между одним проводом и землей (однофазное включение). Во втором случае предполагается наличие электрической связи между сетью и землей. Двухфазное включение - прикосновение человека одновременно к двум фазам, как правило, более опасно, поскольку к телу человека прикладывается наибольшее в данной сети напряжение – линейное.

Двухфазное включение является одинаково опасным в сети с изолированной и заземленной нейтралью. При этом изоляция человека от земли, например, с помощью диэлектрического коврика, не уменьшит опасность поражения.

Однофазное включение происходит значительно чаще, но является менее опасным, чем двухфазное, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, не превышает фазного. Соответственно меньше будет и ток, проходящий через тело человека. Кроме того, на значение этого тока влияют режим нейтрали источника тока, сопротивление изоляции и емкость проводов относительно земли, сопротив-

ление пола, на котором стоит человек, сопротивление его обуви и другие факторы.

В трехфазных сетях напряжением до 1 кВ при прикосновении к фазному проводу в период нормального режима работы сети более безопасной является, как правило, сеть с изолированной нейтралью, а в аварийный период - сеть с заземленной нейтралью. Следовательно, сети с изолированной нейтралью целесообразно применять в тех случаях, когда имеется возможность поддерживать высокий уровень изоляции проводов. Такими являются малоразветвленные сети, не подверженные воздействию агрессивной среды и находящиеся под постоянным надзором квалифицированного персонала.

Сеть с заземленной нейтралью из условий безопасности следует применять там, где невозможно обеспечить хорошую изоляцию проводов (из-за высокой влажности, агрессивной среды и пр.), нельзя быстро отыскать или устранить повреждение изоляции. Это, как правило, сети жилых, общественных и промышленных зданий и наружных установок.

*Механическое травмирование* происходит спонтанно и приводит к различным негативным воздействиям на человека - от порезов и ушибов до летального исхода. Тяжелые случаи механического травмирования обычно связаны с техногенными авариями или со стихийными явлениями.

Механическое травмирование человека в производственных условиях и в быту возможно при:

- несанкционированном взаимодействии с различными устройствами и механизмами (конвейеры, роботы, подъемно-транспортное оборудование, средства транспорта, бытовая техника и т.п.);
- падении человека и различных предметов;
- поражении потоками вещества, ударной волной, фрагментами разрушающихся систем повышенного давления, тепловых и иных сетей и так далее;
- контакте с режущими и колющими предметами, с шероховатыми и рваными поверхностями.

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

- падение груза с высоты вследствие разрыва 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 гру-

за, кроме того, при раскачивании блока возможно соскальзывание каната или цепи с крюка;

- при использовании ручных лебедок возможно травмирование самим грузом 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;

- травмы при погрузке и разгрузке крупногабаритного груза на ручные безрельсовые тележки;

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

Опасная зона подъемно-транспортных машин не является постоянной и перемещается в пространстве при пересечении всей машины или ее отдельных частей. Наиболее часто опасности возникают на ленточных и цепных конвейерах, в основном при устранении на ходу конвейера неполадок вследствие захвата тела и одежды набегающими движущимися частями оборудования. Источником механических травм является ручной (отвертки, ножи, напильники, зубила, молотки, пилы, рубанки и так далее) и механизированный инструмент (дрели, перфораторы, рубанки, пилы с электроприводом).

Другими причинами механических травм могут являться:

- падение на скользком полу, особенно в случаях, когда на полу есть пятна разлитого или вытекшего из оборудования масла и других жидкостей;

- падение с высоты или с неустойчивого основания, на котором стоит человек;

- воздействие роботов и манипуляторов при попадании человека в зону их действия;

- воздействие при разрушении емкостей, находящихся под давлением, падение предметов с высоты, обрушение строительных конструкций и так далее.

*Системы повышенного давления.* Источником опасностей высокого уровня являются трубопроводы, баллоны и емкости для использования в технологических процессах, хранения или перевозки сжатых газов, жидкостей, газовые баллоны бытового назначения. Нарушение правил безопасности при эксплуатации систем, работающих под давлением и их изношенность, приводят к взрывам, часто сопровождающимся разрушением строительных конструкций и гибелью людей. Все системы повышенного давления являются источником потенциально

опасность. Оборудование повышенного давления должно быть оснащено системами защиты от взрывов (гидрозатворы, огнезащита) и защиты их от разрушения при взрыве с помощью устройств аварийного сброса давления (предохранительных клапанов, быстродействующих задвижек).

Для обозначения трубопроводов по транспортируемому веществу применяется опознавательная окраска: вода – зеленый; пар – красный; воздух – синий; горючие и негорючие газы – желтый; кислоты – оранжевый; щелочи – фиолетовый; горючие и негорючие жидкости – коричневый; прочие вещества – серый. Для выделения вида опасностей на трубопроводы наносят предупреждающие цветовые кольца, количество которых определяет степень опасности: взрывоопасных, огнеопасных, легковоспламеняющихся веществ – красные кольца; безопасных или нейтральных веществ – зеленые; токсичных веществ – желтые. В обозначении глубокого вакуума, высокого давления, наличия радиации используют желтый цвет.

Все трубопроводы подвергают гидравлическим испытаниям при пробном давлении на 25 % выше рабочего, но не менее 0,2 МПа. Кроме испытаний водой на прочность газопроводы, а также трубопроводы для токсичных газов испытывают на герметичность воздухом при пробном давлении, равном рабочему. Для недопущения возникновения тепловых деформаций устраиваются специальные компенсаторы в виде П-образного участка.

Стационарные сосуды, баллоны для хранения и перевозки сжатых, сжиженных и растворенных газов: баллоны изготавливаются малой (0,4 – 12 л), средней (20 – 50 л) и большой (80 – 500 л) емкости. Баллоны малой и средней вместимости изготавливают из углеродистой стали на рабочее давление 10, 15 и 20 МПа, из легированной стали – на 15 и 20 МПа. У горловины каждого баллона на сферической части выбивают следующие данные: товарный знак предприятия-изготовителя, дату (месяц и год) изготовления (последнего испытания) и год следующего испытания; вид термообработки (нормализация, закалка с отпуском); рабочее и пробное гидравлическое давление в миллипаскалях; вместимость баллона в литрах; массу баллона в килограммах; клеймо ОТК; обозначение действующего стандарта. Наружная поверхность баллонов окрашивается в определенный цвет, на нее наносится соответствующая надпись и сигнальная полоса. Сигнальная окраска баллонов и цистерн позволяет исключить образование смеси «горючее-окислитель» вследствие заполнения емкостей рабочим телом, для которого они не предназначены. В целях безопасной работы и эксплуатации сосуды и аппараты, работающие под давлением, проходят техническое освидетельствование

после монтажа и начала эксплуатации, периодически в процессе эксплуатации, при необходимости и внеочередному освидетельствованию путем испытания пробным давлением. После выдержки под пробным давлением оно снижается до расчетного, при котором производят наружный осмотр поверхности и всех его разъемных и сварных соединений сосуда. Сосуд проходит испытание, если не обнаружено: течи, трещин, слезок, потения в сварных соединениях и на основном металле; течи в разъемных соединениях; видимых остаточных деформаций, падения давления по манометру.

Сжиженные газы хранят и перевозят в стационарных и транспортных сосудах – цистернах (сосудах для сжиженных газов), которые в случае хранения криогенных жидкостей снабжены высокоэффективной тепловой изоляцией. Транспортные сосуды (цистерны) обычно имеют объем до 35 тыс.л. Низкие температуры, при которых эксплуатируются внутренние сосуды криогенных резервуаров и цистерн, накладывают ограничения на материалы, используемые при их изготовлении.

Для управления работой и обеспечения безопасных условий эксплуатации сосуды в зависимости от назначения должны быть оснащены: запорной или запорно-регулирующей арматурой; приборами для измерения давления и температуры; предохранительными устройствами; указателями уровня жидкости.

Распространенным средством защиты технологического оборудования от разрушений при взрывах являются предохранительные мембраны (разрывные, ломающиеся, срезные, хлопающие, специальные) и взрывные клапаны. После срабатывания предохранительных мембран защищаемое оборудование остается открытым, что приводит к остановке технологического процесса и к выбросу всего содержимого аппарата, а также возможны повторные взрывы, вызванные попаданием атмосферного воздуха внутрь аппарата через открытое отверстие мембраны. После срабатывания взрывных клапанов отверстие вновь закрывается, и нет необходимости немедленной остановки оборудования и проведения восстановительных работ. Однако они имеют большую инерционность по сравнению с мембранами, сложность конструкции, а также недостаточную герметичность. Исправность действия предохранительных устройств проверяется в зависимости от условий технологического процесса.

*Видимый свет.* Видимое излучение — участок спектра электромагнитных колебаний в диапазоне длины волн от 380 до 760 нм, воспринимаемый человеческим глазом. Освещение выполняет полезную общезыбиологическую функцию, способствующую появлению благо-

приятного психического состояния людей. С улучшением освещения повышается работоспособность, качество работы, снижается утомляемость, вероятность ошибочных действий, травматизма, аварийности. Недостаточное освещение ведет к перенапряжению глаз, к общему утомлению человека. В результате снижается внимание, ухудшается координация движений, что может привести при физической работе к несчастному случаю. Кроме того, работа при низкой освещенности способствует развитию близорукости и других заболеваний, а также расстройству нервной системы. Повышенная освещенность тоже неблагоприятно влияет на общее самочувствие и зрение, вызывая, прежде всего слепящий эффект. Освещение, удовлетворяющее гигиеническим и экономическим требованиям, называется рациональным. К этим требованиям относятся: достаточная освещенность, равномерность, отсутствие слепимости и пульсации светового потока, благоприятный спектральный состав, экономичность.

Таблица 11 - Классификация освещения

Наименование показателя	Характеристика показателя
По виду используемой энергии	Естественное
	Совмещенное
	Искусственное
По характеру естественного освещения	Боковое (через окна) одностороннее или двухстороннее
	Верхнее (через световые фонари)
	Комбинированное (боковое и верхнее)
По назначению искусственного освещения	Эвакуационное
	Рабочее
	Охранное
	Дежурное
	Аварийное
Рабочее освещение по расположению источников света	Общее
	Комбинированное
	Местное

Световой поток - мощность лучистой энергии, оцениваемой по световому ощущению, воспринимаемому человеческим глазом. За единицу светового потока принят люмен (лм). Световой поток, отнесенный к пространственной единице - телесному углу, называется силой света. За единицу силы света принята кандела (кд). Освещенность - плотность светового потока на освещаемой поверхности. За единицу освещенности принят люкс (лк). Яркость поверхности в данном направлении - отношение силы света, излучаемого поверхностью в этом направлении, к проекции светящейся поверхности на плоскость,

перпендикулярную данному направлению. Единица яркости — кандела на квадратный метр ( $\text{кд}/\text{м}^2$ ). Яркость освещенных поверхностей зависит от их световых свойств, от степени освещенности, а в большинстве случаев также от угла, под которым поверхность рассматривается.

*Ионизирующим излучением* называется излучение, взаимодействие которого с веществом приводит к образованию в этом веществе ионов разного знака. Ионизирующее излучение состоит из заряженных и незаряженных частиц, к которым относятся также фотоны. Энергию частиц ионизирующего излучения измеряют во внесистемных единицах — электрон-вольтах (эВ);  $1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$ . Радиация имеет естественное и техногенное происхождение.

Различают корпускулярное и фотонное ионизирующее излучение. Корпускулярное ионизирующее излучение — поток элементарных частиц с массой покоя, отличной от нуля, образующихся при радиоактивном распаде, ядерных превращениях, либо генерируемых на ускорителях. К нему относятся: альфа и бета частицы, нейтроны, протоны и другие. Испускаемые в процессе ядерных превращений элементарные частицы, а также гамма-излучение представляют собой ионизирующие излучения, которые в процессе взаимодействия со средой производят ионизацию и возбуждение ее атомов и молекул.

Фотонное излучение — поток электромагнитных колебаний, которые распространяются в вакууме с постоянной скоростью около 299,8 тыс. км/сек. К нему относятся гамма-излучение, характеристическое, тормозное и рентгеновское излучения. Обладая одной и той же природой, эти виды электромагнитных излучений различаются условиями образования, а также свойствами — длиной волны и энергией.

Гамма-излучение испускается при ядерных превращениях. Характеристическое излучение — фотонное излучение с дискретным спектром, испускаемое при изменении энергетического состояния атома, обусловленного перестройкой внутренних электронных оболочек. Тормозное излучение связано с изменением кинетической энергии заряженных частиц, имеет непрерывный спектр и возникает в рентгеновских трубках, в ускорителях электронов и тому подобное. Рентгеновское излучение — совокупность тормозного и характеристического излучений. Излучения характеризуются по их ионизирующей и проникающей способностям. Ионизирующая способность излучения определяется удельной ионизацией, то есть числом пар ионов, создаваемых частицей в единице объема массы среды или на единице длины пути. Излучения различных видов обладают различной ионизирующей способностью. Проникающая способность излучений определяется величиной пробега. Пробегом называется путь, пройденный частицей в

веществе до ее полной остановки, обусловленной тем или иным видом взаимодействия.

Радиационный фон образуется и зависит от величины рассеянных в почве, воде, воздухе и в целом в окружающей среде источников радиоактивных загрязнений. Они образуются при ядерных взрывах, работе объектов использующих атомную энергию, при радиационно-опасных авариях на предприятиях и транспорте, при использовании радиационных технологий и методов в науке, промышленности и медицине, а также при обращении с радиоактивными отходами. Наибольшую опасность при работе предприятий представляют радионуклиды, имеющие большой период полураспада и способные быстро распространяться в окружающей среде -  $I^{129}$ ,  $Ra^{226}$ . Из отходов атомных электростанций наиболее опасны высокоактивные отходы, отработанные топливные элементы или продукты переработки ядерного горючего. При медицинских процедурах основную дозу облучения человек получает при рентгеновских исследованиях. Действие ионизирующих излучений на человека вызывает лучевое поражение, приводящее в зависимости от поглощенных доз к различным негативным последствиям вплоть до летального исхода. При тяжелых формах острой лучевой болезни причиной смерти чаще всего являются поражение клеток костного мозга и внутренние кровоизлияния.

*Радон.* Уровень радиоактивности в жилом помещении зависит от строительных материалов: в кирпичном, железобетонном, шлакоблочном доме он всегда несколько выше, чем в деревянном. Газовая плита приносит в дом не только токсичные продукты горения бытового газа, но и радиоактивные газы (радон). Поэтому уровень радиоактивности на кухне может существенно превосходить фоновый при работающей газовой плите.

В закрытом, непрветриваемом помещении человек может подвергаться воздействию радона, который непрерывно высвобождается из земной коры. Поступая через фундамент, пол, из воды или иным путем, радон накапливается в изолированном помещении. Концентрация радона на верхних этажах зданий обычно ниже, чем на первом этаже. Избавиться от избытка радона можно проветриванием помещения.

#### **9.4. Негативные факторы реализации техногенных опасностей**

Негативные факторы реализации техногенных опасностей подразделяются на влияние прямого действия или первичные и побочного действия или вторичные. Первичное воздействие вызывается непосредственно источником техногенной опасности. Вторичные негативные

факторы вызываются изменением человека или структурных составляющих окружающей среды первичными негативными факторами.

По механизму действия негативные факторы реализации техногенных опасностей подразделяют на факторы физического и химического действия. Группу негативных факторов физического действия составляют: воздушная ударная и сейсмозрывная волна; волна сжатия в грунте и прорыва гидротехнических сооружений; обломки или осколки; экстремальный нагрев среды; тепловое и ионизирующее излучение. К поражающим факторам химического действия относят токсическое действие опасных химических веществ.

Таблица 12 – Виды негативных факторов реализации техногенных опасностей

Наименование негативного фактора	Наименование параметра негативного фактора
Воздушная ударная волна	Избыточное давление во фронте ударной волны. Длительность фазы сжатия. Импульс фазы сжатия.
Волна сжатия в грунте	Максимальное давление. Время действия. Время нарастания давления до максимального значения
Сейсмозрывная волна	Скорость распространения волны. Максимальное значение массовой скорости грунта. Время нарастания напряжения в волне до максимума
Волна прорыва гидротехнических сооружений	Скорость волны прорыва. Глубина волны прорыва. Температура воды. Время существования волны прорыва
Обломки, осколки	Масса обломка, осколка. Скорость разлета обломка, осколка
Экстремальный нагрев среды	Температура среды. Коэффициент теплоотдачи. Время действия источника экстремальных температур
Тепловое излучение	Энергия теплового излучения. Мощность теплового излучения. Время действия источника теплового излучения
Ионизирующее излучение	Активность радионуклида в источнике. Плотность радиоактивного загрязнения местности. Концентрация радиоактивного загрязнения. Концентрация радионуклидов
Токсическое действие	Концентрация опасного химического вещества в среде. Плотность химического заражения местности и объектов

## ГЛАВА 10. ОПАСНОСТИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

Вредное вещество – вещество, которое при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений. Вредные вещества могут быть естественного или искусственного происхождения и оказывать физическое, химическое, радиационное и биологическое негативное воздействие на человека, растительный и животный мир, на состояние атмосферы, почв и вод и окружающую среду в целом [52, 68, 71, 96, 97].

Вредность и полезность веществ в целом, определяется целями, контролируемостью или неконтролируемостью, допустимостью или недопустимостью их производства и применения. Основными параметрами вредного воздействия опасных веществ являются: концентрация и дозы при воздействии, агрессивность по отношению к человеку и окружающей среде; долговременность существования или распада; уровень энергетического выделения и поражающей способности вторичных продуктов реакции веществ между собой, а также между ними и объектами воздействия. К вредным веществам относятся и соединения, которые могут вызывать заболевания как в процессе контакта с организмом человека, так и в отдаленные сроки жизни настоящих и последующих поколений. Опасность вещества - это возможность возникновения неблагоприятных для здоровья эффектов в реальных условиях производства или иного применения химических соединений.

Химические вредные вещества (органические, неорганические, элементоорганические) в зависимости от их практического использования подразделяются на:

- промышленные яды, используемые в производстве;
- ядохимикаты, используемые в сельском хозяйстве;
- бытовые химикаты, используемые в виде средств санитарии, личной гигиены;
- биологические растительные и животные яды;
- отравляющие вещества.

Ядовитые свойства могут проявлять практически все вещества, но в больших дозах. К ядам относятся вещества, которые свое вредное действие проявляют в обычных условиях и относительно небольших количествах.

По степени воздействия на организм вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности - чрезвычайно опасные, высокоопасные, умеренно опасные и малоопасные вещества.

Таблица 13 - Нормы и показателей установления класса опасности вредных веществ

Наименование показателя	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно допустимая концентрация вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м	Менее 0,1	0,1-1,0	1,1-10,0	Более 10,0
Средняя смертельная доза при введении в желудок, мг/кг	Менее 15	15-150	151-5000	Более 5000
Средняя смертельная доза при нанесении на кожу, мг/кг	Менее 100	100-500	501-2500	Более 2500
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м	Менее 500	500-5000	5001-50000	Более 50000
Коэффициент возможности ингаляционного отравления (КВИО)	Более 300	300-30	29-3	Менее 3
Зона острого действия	Менее 6,0	6,0-18,0	18,1-54,0	Более 54,0
Зона хронического действия	Более 10,0	10,0-5,0	4,9-2,5	Менее 2,5

Класс опасности вредных веществ устанавливают в зависимости от норм и показателей, указанных в таблице 13. При этом, отнесение вредного вещества к классу опасности производят по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу опасности. Токсическое действие вредных веществ характеризуется показателями токсикометрии, в соответствии с которыми они подразделяются на чрезвычайно токсичные, высокотоксичные, умеренно токсичные и малотоксичные. Эффект токсического действия различных веществ зависит от количества попавшего в организм вещества, его физических свойств, длительности поступления, химизма взаимодействия с биологическими средами (например, кровью). Кроме того, эффект зависит от пола, возраста, индивидуальной чувствительности, путей поступления и выведения, распределения в организме, а также от метеорологических условий и других сопутствующих факторов окружающей среды. Токсический эффект при действии различных доз и концентраций ядов может проявиться функциональными и структурными изменениями или гибелью организма.

Токсикологическое действие вредных веществ:

- нервнопаралитическое (бронхоспазм, удушье, судороги и параличи);
- кожно-резорбтивное (местные воспалительные и некротические изменения с общими токсическими резорбтивными явлениями);
- общее токсическое (гипоксические судороги, кома, отек мозга, параличи);
- удушающее (токсический отек легких);
- слезоточивое и раздражающее (раздражение наружных слизистых оболочек);
- психотическое (нарушение психической активности, сознания).

Летальные дозы при попадании в организм и смертельные концентрации могут вызывать единичные случаи гибели (минимальные смертельные) или гибель всех организмов. В качестве показателей токсичности пользуются средними смертельными дозами и концентрациями - показателями абсолютной токсичности. Среднесмертельная концентрация вещества в воздухе - это концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при 2-4-часовом ингаляционном воздействии ( $\text{мг/м}^3$ ); среднесмертельная доза при введении в желудок ( $\text{мг/кг}$ ), среднесмертельная доза при нанесении на кожу ( $\text{мг/кг}$ ).

Отравления (интоксикации) протекают в острой, подострой и хронической формах. Острая - интоксикация, развивающаяся в результате однократного или повторного действия веществ в течение ограниченного периода времени (как правило, до нескольких суток). Подострой называется интоксикация, развивающаяся в результате непрерывного или прерываемого во времени действия токсиканта продолжительностью до 90 суток. Хронической называется интоксикация, развивающаяся в результате продолжительного (иногда годы) действия токсиканта. Острые отравления чаще всего бывают групповыми и происходят в результате аварий, поломок оборудования и нарушений требований безопасности труда. Они характеризуются кратковременностью действия токсичных веществ, не более чем в течение одной смены, поступлением в организм вредного вещества в относительно больших количествах (при высоких концентрациях в воздухе), ошибочном приеме внутрь, сильном загрязнении кожных покровов. Хронические отравления возникают постепенно, при длительном поступлении яда в организм в относительно небольших количествах и развиваются вследствие накопления массы вредного вещества в организме. Хронические отравления органов дыхания могут быть следствием перенесенной однократной или нескольких повторных острых интоксикаций.

Опасность воздействия вредного вещества наступает при превышении его предельно допустимой концентрации (дозы) - максимальной концентрации вредного вещества, которая за определенное время воздействия не влияет на здоровье человека и его потомство, окружающую среду. Порог вредного однократного острого или хронического действия - это минимальная (пороговая) концентрация (доза) вещества, при действии которой в организме возникают изменения биологических показателей на организменном уровне, выходящие за пределы приспособительных реакций, или скрытая (временно компенсированная) патология.

Большинство случаев заболеваний и отравлений связано с поступлением токсических газов, паров и аэрозолей в организм человека главным образом через органы дыхания. Этот путь наиболее опасен,

поскольку вредные вещества поступают через разветвленную систему легочных альвеол непосредственно в кровь и разносятся по всему организму. Попадание ядов в желудочно-кишечный тракт возможно при несоблюдении правил личной гигиены (приеме пищи, курении без предварительного мытья рук). Ядовитые вещества могут всасываться уже из полости рта, поступая сразу в кровь. Кислая среда желудка или слабощелочная среда кишечника могут способствовать усилению токсичности некоторых соединений. Вредные вещества могут попасть в организм человека, через поврежденные кожные покровы, из жидкой среды при контакте с руками и в случае высоких концентраций токсических паров и газов в воздухе.

Изолированное действие вредных веществ отмечается редко, обычно это комбинированное влияние факторов одной природы ряда химических веществ. Комбинированное действие - это одновременное или последовательное действие на организм нескольких ядов при одном и том же пути поступления.

Различают несколько типов комбинированного действия ядов: аддитивного, потенцированного, антагонистического, независимого действия.

Аддитивное действие – это суммарный эффект смеси, равный сумме эффектов действующих компонентов. Аддитивность характерна для веществ однонаправленного действия, когда компоненты смеси оказывают влияние на одни и те же системы организма, причем при количественно одинаковой замене компонентов друг другом токсичность смеси не меняется. При потенцированном действии (синергизме) компоненты смеси действуют так, что одно вещество усиливает действие другого. Эффект комбинированного действия при синергизме выше аддитивного и это учитывается при анализе гигиенической ситуации в конкретных производственных условиях. Антагонистическое действие наблюдается, когда эффект комбинированного действия вещества менее ожидаемого. Компоненты смеси действуют так, что одно вещество ослабляет действие другого, эффект менее аддитивного.

Наряду с комбинированным влиянием ядов возможно их комплексное действие, когда яды поступают в организм одновременно, но разными путями (через органы дыхания и желудочно-кишечный тракт, органы дыхания и кожу и т.д.). Возможно также сочетанное действие вредных факторов разной природы (физических, химических), например, вредных веществ и избыточной теплоты или повышенной влажности.

Зоны воздействия вредных веществ различны. В производственных и бытовых условиях они, как правило, ограничены размерами помещения (цех, участок) или границами рабочего места. В условиях поступления вредных веществ в открытое пространство их влияние определяется параметрами процесса рассеивания веществ в атмосфере.

## ГЛАВА 11. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОПАСНОСТИ

Биологическими (от греч. *bios* — жизнь) называются опасности, происходящие от живых объектов. Все объекты живого мира можно условно разделить на несколько царств: микроорганизмы, грибы, растения, животные. Человек относится к отдельному виду живого мира. Носителями или субстратами, биологических опасностей являются все среды обитания (воздух, вода, почва), растительность и животный мир, сами люди, искусственный мир, созданный человеком, и другие объекты. Биологические опасности могут оказывать на человека различное действие — механическое, химическое, биологическое. Следствием биологических опасностей для человека и животных являются различные болезни, травмы разной тяжести, в том числе смертельные. Для растений результатом реализации биологических опасностей являются повреждения, приводящие к различным уровням деградации [36, 68, 71, 74, 105].

К биологически опасному веществу относится биологическое вещество природного или искусственного происхождения, неблагоприятно воздействующее на людей, сельскохозяйственных животных и растения в случае соприкосновения с ними, а также на природную среду. Средства биологические (бактериальные) - биологические агенты, способные поражать организмы живых существ и растений. К ним относятся болезнетворные (патогенные) микроорганизмы (вирусы, бактерии, грибки) и высокотоксичные продукты их жизнедеятельности (токсины), способные вызывать массовые заболевания людей и животных (сыпной тиф, холера, оспа, чума и другие), растений (ржавчина зерновых, фитофтороз картофеля, корневая губка у сосны и другие). Высокая опасность бактериальных биологических средств определяется доступной технологией их массового производства и способностью в малых дозах преодолевать естественный иммунитет организма, вызывая в нем патологические изменения. Поражение людей и животных биологическими средствами происходит через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт, кожные покровы, слизистую оболочку, а также при укусе зараженными насекомыми.

В техносфере биологические опасности - это отрицательное воздействие патогенов любого уровня и происхождения (от прионов и микроорганизмов до многоклеточных паразитов), создающих опасность в медико-социальной, технологической, сельскохозяйственной и коммунальной сферах. Биологически опасными объектами являются предприятия фармацевтической, медицинской и микробиологической промышленности с наличием в технологической цепочке, так называ-

емого биологического фактора, основными компонентами которого являются микроорганизмы, продукты метаболической деятельности микроорганизмов и микробиологического синтеза. Реализация биологических опасностей приводит к повреждениям, которыми являются частичное или полное разрушение сырья, материалов, технических устройств, сооружений, транспортных средств и других изделий под воздействием микроорганизмов. Защитные мероприятия включают блокирование связей между организмами, непосредственную защиту объекта, адаптацию защиты к конкретным природным условиям.

Биологическое заражение, привнесение в экосистему и размножение в ней чуждых ей и потенциально опасных видов микроорганизмов. Биологическими агентами служат бактерии, вирусы, грибки и их токсиканты. Загрязнение микроорганизмами называют также бактериологическим или микробиологическим. Оно происходит при штатных и аварийных ситуациях функционирования биологически опасных объектов, выходит за пределы установленных норм и создает угрозу жизнедеятельности человека, животных и растений. Источниками биологического заражения являются биологические аварии и биологические катастрофы, а также несанкционированные и террористические воздействия с применением природных или искусственных микроорганизмов.

Биологическая авария сопровождается распространением опасных биологических веществ в количествах, создающих опасность для жизни и здоровья людей, для сельскохозяйственных животных и растений, приводящих к ущербу природной среде. Наибольшую опасность представляют биологические аварии на медицинских предприятиях и в учреждениях, работающих со штаммами бактериальных средств карантинных инфекционных болезней. Причинами возникновения биологической аварии могут быть как человеческий фактор (несоблюдение правил хранения, нарушение техники безопасности при работе с инфекционным материалом), так и чрезвычайные ситуации (крупномасштабное землетрясение, катастрофическое наводнение, террористические акты и прочее), сопровождающиеся разрушением инфраструктуры карантинных объектов и выбросом инфекционного материала в окружающую среду.

Биологическая катастрофа, наиболее тяжелый вид биологической аварии на гражданском или военном объекте, сопровождающийся распространением опасных биологических веществ в количествах, создающих реальную угрозу для жизни и здоровья людей, гибели сельскохозяйственных животных и растений и (или) наносящих ущерб окружающей среде. Биологическая катастрофа может вызываться аварией на биологическом объекте, локальным или трансграничным пе-

реносом биологически опасных веществ, природного или искусственного происхождения. Одной из возможных причин биологической катастрофы рассматриваются террористические воздействия, в том числе с применением биологических веществ массового поражения.

В качестве критериальных показателей биологической катастрофы для населения (как и в случае химической или радиационной катастрофы) используются предельно допустимые концентрации и предельно допустимые уровни биологически опасных веществ и воздействий, а также соответствующие им предельно допустимые выбросы и сбросы. Критерии биологической безопасности по отношению к человеку, животным, растениям и окружающей среде частично определены в настоящее время только для некоторых видов микробов, вирусов и микроорганизмов. Факт наступления биологической катастрофы как правило, устанавливается по результатам первичного или вторичного воздействия опасных веществ на животных и растения. При этом существуют задержки момента заболевания по отношению к моменту попадания в организм возбудителя болезни из-за инкубационного периода, который варьируется от одного дня до нескольких недель или даже месяцев, в зависимости от микроорганизма. Биологическая катастрофа приводит к биолого-социальной чрезвычайной ситуации, когда на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования животных и произрастания растений, возникает и реализуется угроза жизни и здоровью людей, происходит широкое распространение инфекционных болезней, гибель животных и растений.

В результате распространения инфекционных болезней людей, сельскохозяйственных животных, растений в растительных экосистемах, нарушаются нормальные условия жизнедеятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, а также происходит падеж скота и гибель растений. В зависимости от объектов и среды распространения инфекционных болезней выделяются: эпидемии, эпизоотии, эпифитотии, чрезвычайные ситуации, связанные с возникновением и распространением новых видов заболеваний. Для эпидемий характерно массовое, прогрессирующее во времени и пространстве, в пределах определенного региона распространение инфекционных болезней людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости. Эпизоотии связаны с одновременным и прогрессирующим во времени, в пространстве в пределах определенного региона распространением инфекционных болезней среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных, значительно превышающем на данной территории уровнем заболеваемости. Эпифитотия проявляется в массовом, прогрессирующем инфекционном заболевании растений и (или) в резком увеличении

численности вредителей растений, которое сопровождается широко-масштабной гибелью сельскохозяйственных культур и других растений, снижением их продуктивности.

В большинстве патогенные микроорганизмы обладают недостаточной устойчивостью к воздействиям неблагоприятных факторов внешней среды при хранении, транспортировке и применении в качестве средства террора, поэтому они могут быть использованы только в виде специально приготовленных биологических рецептур. Биологическая рецептура представляет собой смесь специальных препаратов, обеспечивающих биологическому агенту наиболее оптимальные условия для сохранения своих поражающих свойств. Каждая биологическая рецептура состоит из нескольких обязательных компонентов: биологический агент, наполнитель, стабилизирующие добавки. Биологические рецептуры могут быть жидкими и порошкообразными.

Микроорганизмы — это мельчайшие, преимущественно одноклеточные существа, видимые только в микроскоп, характеризуются огромным разнообразием видов, способных существовать в различных условиях. Некоторые виды микроорганизмов являются болезнетворными, или патогенными. Патогенные микроорганизмы - это микроорганизмы, эволюционно приспособившиеся к паразитированию в живом организме и способные вызывать инфекционные болезни. Они вызывают болезни растений, животных и человека чума, тиф, холера, малярия, туберкулез и многие другие. Широкое распространение заразных болезней животных называется эпизоотией, а растений — эпифитотией.

Аэробы — организмы, способные жить только в присутствии атмосферного кислорода. Анаэробы — организмы, способные жить в отсутствии атмосферного кислорода.

Микоплазмы – очень мелкие микроорганизмы, отличающиеся от истинных бактерий отсутствием клеточной стенки. Микоплазмы, как правило, неподвижны, не образуют спор, способны проходить через бактериальные фильтры. В жидких питательных средах имеют кокковидную, дисковидную, нитевидную и др. формы, на плотных средах дают мелкие колонии с темным центром. Размножаются путем деления нитей на кокковидные клетки. К микоплазмам относят микробы, которые вызывают у крупного рогатого скота плевропневмонию, а у птиц - респираторный микоплазмоз. Микоплазмоз встречается также у человека при заболеваниях ревматического и артрического характера, инфекциях и дыхательных путей и другие заболевания. Известны сапрофитные формы, обитающие на слизистой оболочке рта, в воде пресных водоемов, сточных водах, навозе и участвующие в круговороте веществ в природе.

Бациллы (от лат. bacillum — палочка) – это палочковидные бак-

терии, образующие внутриклеточные споры, представляющие собой покоящиеся формы, устойчивые к высоким температурам, радиации и другим неблагоприятным воздействиям. Некоторые бациллы вызывают болезни животных и человека, например сибирскую язву, столбняк.

Бактерии — типичные представители микроорганизмов. Бактерия одноклеточный микроорганизм с примитивной цитоплазмой и ядром без ядрышка и ядерной оболочки, относимый к прокариотам. Бактерии широко распространены в почве, воде, воздухе, заселяют кожу и слизистые оболочки человека и животных. Часть бактерий разделяют на патогенные (болезнетворные) и условно патогенные. Патогенные являются возбудителями инфекционных болезней человека и животных. Бактерии, имеющие форму правильных шариков, называются кокками. Разновидности кокков - стафилококки, стрептококки и пр. К коккам относятся возбудители различных инфекционных болезней. Многие бактерии имеют форму палочек, например, живущая в нашем организме кишечная палочка, возбудитель тифа, дизентерии.

Вирусы (от лат. *virus* — яд) — мельчайшие неклеточные частицы, состоящие из нуклеиновой кислоты (ДНК или РНК) и белковой оболочки (капсиды). Вирусы бывают палочковидной, сферической и других форм. Размер от 20 до 300 нм и более. Вирусы — внутриклеточные паразиты, которые размножаясь только в живых клетках используют их ферментативный аппарат и переключают клетку на синтез зрелых вирусных частиц - вирионов. Вирион - полностью сформированная вирусная частица, состоящая из нуклеиновой кислоты и белковой оболочки (капсиды). Хранит и переносит генетический материал вируса от одной клетки к другой. Вирусы мельче бактерий в 50 раз. Они не видны в световом микроскопе. Их не задерживают тончайшие фарфоровые фильтры. Вирусы распространены повсеместно. Вызывают болезни растений, животных и человека.

Прион (*prion*) – фактор, способный реимитироваться и вызывать инфекционное заболевание, но имеющий более простое строение, чем вирусы. Прион – субмикроскопическая инфекционная частица, вызывающая дегенерацию головного мозга. В отличие от вирусов, построенных из белка и нуклеиновой кислоты (ДНК и РНК), прионы представляют собой еще более мелкие белковые частицы, не содержащие молекул наследственного вещества - нуклеиновой кислоты. Прионы проявляют устойчивость к проводимой обычными методами стерилизации, они размножаются на хирургических инструментах и в донорском гормоне роста. Прионы представляют собой аномальные формы обычных клеточных белков и образуются в результате мутации генов, кодируя нормальные клеточные белки. В настоящее время прионы

считаются причиной развития у человека таких заболеваний, как болезнь Крейтцфельда-Якоба, синдром Герстмана-Штрауслера и Куру. Все эти заболевания являются разновидностью губчатой энцефалопатии. Причиной развития так называемых прионных заболеваний считаются различные мутации белков в клетках.

Грибы — обособленная группа низших растений, лишенных хлорофилла и питающихся готовыми органическими веществами. Существует свыше 100 тысяч видов грибов. От бактерий грибы отличаются наличием ядра в клетке. Грибы имеют три формы размножения: вегетативное, бесполое и половое. Патогенные грибы вызывают болезни растений, животных и человека. Аллергическую реакцию у человека чаще всего вызывает употребление в пищу опят. Дикорастущие грибы могут содержать соединения тяжелых металлов — кадмия, ртути и свинца, химические средства борьбы гербициды и инсектициды, которые они накапливают. Наличие в помещениях плесневых грибов может стать причиной заболевания аллергией, бронхиальной астмой, дерматитами.

Ботулизм (от лат. *botulus* — колбаса), является одной из самых опасных пищевых токсикоинфекций в результате отравления продуктами, зараженными палочками ботулизма и их токсинами. Возбудитель — строгий анаэроб, обычно размножается и выделяет токсин в таких продуктах, как консервы, соленая рыба, колбаса, ветчина, грибы, приготовленные с нарушением технологии (особенно в домашних условиях). Палочка ботулизма обитает в почве и распространена повсюду. Она способна образовывать споры, которые чрезвычайно устойчивы к неблагоприятным факторам внешней среды — высокой температуре (до +120°С), отсутствию влаги, воздействию ультрафиолета. В условиях отсутствия кислорода и при температуре выше +10°С бактерия активно размножается с выделением большого количества газов и токсина ботулин. При ботулизме поражается нервная система (нарушения зрения, голоса, глотания). Для лечения человека необходимо срочное введение противоботулинических сывороток. Ботулизмом болеют также домашние животные.

Микозы (от греч. *mykes* — гриб) — болезни человека и животных, вызываемые паразитическими грибами. Различают микозы кожи (дерматомикозы), микозы внутренних органов. У животных могут также возникать отравления токсинами грибов, поражающих растительные корма — микотоксикозы. Одними микозами болеют только люди или животные, другими человек заражается от животных — микроспорией. Токсические грибы вызывают пищевые отравления человека и животных, называемые микотоксикозами.

Некоторые растения обладают лечебными и ядовитыми свойствами

(табак, конопля, картофель). Кроме клубня все остальные части картофеля, особенно ростки (побеги, семена) ядовиты из-за содержания соланина.

Некоторые виды животных представляют опасность для человека. Наиболее опасными являются клещи, змеи, пауки. Укус ядовитой змеи опасен для здоровья и даже для жизни человека. Яд гадюки, в частности, резко нарушает проницаемость кровеносных сосудов. В результате возникают обширные кровоизлияния под кожей. Особенно опасны укусы ядовитой змеи в голову человека, так как возможен паралич дыхательной мускулатуры. Страдает свертывающая система крови.

Практически все пауки ядовиты, именно с помощью яда они парализуют и убивают свою жертву. К паукам, имеющим достаточно длинные ядовитые зубы, чтобы укусить человека относятся «черная вдова», «коричневый отшельник» и тарантул. Яд при укусах пауков вызывает боль, нарушение здоровья, и может привести к летальному исходу в случае не оказания медицинской помощи. Паук «черная вдова», встречается во всем мире. Кусают женские особи, которые имеют черное блестящее тело и красное пятно (часто в форме песочных часов) на животе. «Коричневый отшельник» имеет на спине силуэт коричневого, а иногда пурпурного цвета в форме скрипки. Тарантулы – это крупные волосатые пауки. Скорпионы имеют клешни и длинный загнутый вверх хвост с ядовитым жалом.

Иксодовые клещи – кровососущие членистоногие из семейства паразитиформных клещей. Распространены клещи повсеместно, даже в Арктике и Антарктике (паразитируют на пингвинах и других птицах). Насчитывают более 650 видов. Иксодовые клещи являются переносчиками возбудителей некоторых природно-очаговых инфекций (клещевого энцефалита, иксодовых клещевых боррелиозов). Типичными местами обитания иксодовых клещей являются смешанные, хвойные и лиственные лесные насаждения, с густым подлеском, хорошо развитым травяным покровом и подстилкой из опавшей гниющей листвы, парки, газоны, где нет прямых лучей солнца и температура не превышает 20 °С. Клещи не прыгают и не летают. Для того, чтобы клещ попал на тело, надо пройти в непосредственной близости от него. Своих жертв клещи поджидают сидя на земле или траве, выставив передние лапы, на которых находятся специальные органы чувств, реагирующие на тепло и запах. Когда мимо проходит потенциальная жертва, клещ вцепляется в нее передними лапами. Попав на тело, клещ кусает не сразу. До присасывания клеща может пройти несколько часов. Если клещ будет вовремя замечен, то укуса можно избежать. Активны клещи в период с апреля по сентябрь - до первых заморозков. Пик активности приходится на май-июль, но укусы клещей возможны с апреля по октябрь, когда почва прогревается до 5-7 °С.

## ГЛАВА 12. ПРИРОДНЫЕ ОПАСНОСТИ

### 12.1. Общие положения

К природным опасностям относятся стихийные явления, которые представляют непосредственную угрозу для жизни и здоровья людей — землетрясения, извержения вулканов, снежные лавины, сели, оползни, камнепады, наводнения, шторм, цунами, тропические циклоны, смерчи, молнии, туманы, космические излучения и тела, многие другие явления. Опасные атмосферные явления (атмосферные опасности) - опасные природные, метеорологические процессы и явления, возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний, оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую среду. К атмосферным природным явлениям относятся: сильный ветер, вихрь, ураган, циклон, шторм, смерч, шквал, продолжительный дождь, гроза, ливень, град, снег, гололед, заморозок, сильный снегопад, сильная метель, туман, пыльная буря, засуха и другие явления. Природные явления естественны в природной среде, но в то же время они воспринимаются человеком как аномальные [8, 40, 71, 75, 77, 91, 96, 97, 99, 101].

Природные опасности подчиняются общим закономерностям:

- для каждого вида опасностей характерна определенная пространственная приуроченность;
- чем больше интенсивность (мощность) опасного явления, тем реже оно случается;
- каждому виду опасностей предшествуют некоторые специфические признаки (предвестники);
- при всей неожиданности той или иной природной опасности ее проявление может быть предсказано.
- во многих случаях могут быть предусмотрены пассивные и активные защитные мероприятия от природных опасностей.

По локализации природные опасности разделяются на четыре группы: литосферные (землетрясения, вулканы, оползни); гидросферные (наводнения, цунами, шторма); атмосферные (ветер, ураганы, бури, смерчи, град, ливень); космические (солнце, планеты, излучения).

На территории Российской Федерации за год регистрируется в среднем около 950 опасных гидрометеорологических явлений (наводнения, засуха, сильный ветер, сильные осадки и другое), наносящих значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Такие явления зачастую становятся источником чрезвычайных ситуаций природного характера (в последние годы более 80 % случа-

ев). Материальный ущерб от опасных гидрометеорологических явлений в отдельные годы может достигать 1% валового внутреннего продукта. Наблюдаемые опасные геологические явления (землетрясения, вулканическая деятельность, оползни), гляциологические и геокриологические процессы (сходы лавин и ледников, разрушение вечной мерзлоты) наряду с природными пожарами и опасными процессами биогенного характера (эпидемии, вызванные распространением природно-очаговых заболеваний, в том числе связанных с переносом возбудителей таких заболеваний мигрирующими животными) становятся источником чрезвычайных ситуаций природного характера, число пострадавших от которых ежегодно составляет 100 - 200 тыс. человек.

## **12.2. Литосферные опасности**

*Землетрясения* — это подземные толчки и колебания земной поверхности, возникающие в результате внезапных смещений и разрывов в земной коре или верхней части мантии и передающиеся на большие расстояния в виде упругих колебаний [40, 96, 97, 99]. Землетрясения происходят в виде серии толчков, которые включают форшоки, главный толчок и афтершоки. После выделения максимального количества энергии, вызванного первоначальным разрывом пород в очаге (и, следовательно, обусловившего максимальную интенсивность данного землетрясения), возможны (иногда спустя несколько дней) дополнительные разрывы пород, вызывающие землетрясение с интенсивностью меньшей в несколько раз — так называемые афтершоки. Афтершоки могут представлять собой опасность в основном для строительных сооружений, так как воздействуют на ослабленные первоначальным толчком землетрясения конструкции. Число толчков и промежутки времени между ними могут быть самыми различными. Главный толчок характеризуется наибольшей силой. Продолжительность главного толчка обычно несколько секунд.

Очаг (центр) землетрясения – объем геологической среды, где происходят разрывы пород и сброс накопленных упругих напряжений, в результате чего высвобождается значительное количество энергии, которое обуславливает энергию сейсмических волн и магнитуду землетрясения. Гипоцентр (фокус) – точка начала перемещения разрыва горных пород. Для практических целей (например, измерение магнитуды, определение количественной интенсивности) в ряде случаев отсутствует необходимость разделения понятий «очаг» и «гипоцентр». Эпицентр землетрясения – проекция гипоцентра (или очага) на место на земной поверхности, расположенное непосредственно над гипоцентром (очагом) землетрясения. Если гипоцентр (очаг) землетрясения

находится под дном водного пространства, то эпицентром является соответствующее место на дне водного пространства. Плейстосейстовая область — территория на земной поверхности, в пределах которой при землетрясении наблюдаются максимальные разрушения. Размер территории плейстосейстовой области зависит от глубины очага, характера движений в нем и силы землетрясения.

Количество ежегодно регистрируемых землетрясений составляет сотни тысяч. В среднем каждые 30 секунд регистрируется одно землетрясение. Однако большинство из них относится к слабым, которые человеком не замечаются. Силу землетрясения оценивают по интенсивности разрушений на поверхности Земли.

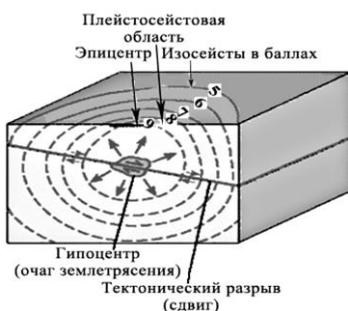


Рисунок 15 - Схема и параметры землетрясения

Шкала Рихтера или ее модифицированные варианты — сейсмическая шкала магнитуд, основанная на оценке энергии сейсмических волн, возникающих при землетрясениях. Магнитуда землетрясения условная количественная величина для сравнительной оценки, выделенной в очаге землетрясения общей энергии, представляющая собой десятичный логарифм амплитуды максимального колебания грунта, записанного на сейсмограмме, при прохождении сейсмической волны определенного типа с вводом стандартной поправки на расстояние до очага и на типы породы по пути прохождения волны. Магнитуда землетрясений позволяет сравнивать источники колебаний по их энергии. Значение магнитуды землетрясений определяется из наблюдений на сейсмических станциях. Максимальное значение магнитуды землетрясения — около 9 единиц. В обиходе единица магнитуды ошибочно называют «баллами по шкале Рихтера». Правильно называть «землетрясение с магнитудой единиц», при этом если известно, по какой шкале было проведено измерение магнитуды, то к указанному выше выражению добавляют наименование шкалы.

Колебания грунта, возникающие при землетрясениях, регистрируются специальными приборами — сейсмографами. Результатом записи сейсмических колебаний является сейсмограмма, на которой записываются продольные и поперечные волны. Наблюдения над землетрясениями осуществляются сейсмическими службами стран мира.

Мерой величины очага землетрясения может являться его протяженность. Например, протяженность очага землетрясения с магнитудой более 7,0 единиц превышает 50 км. Мерой величины очага является также сейсмический момент — произведение модуля сдвига горных пород на площадь разрыва и амплитуду смещения. По типу смещения породе очаге он может быть охарактеризован как сдвиг, сброс, надвиг или более сложная их комбинация. Очаги в зависимости от глубины расположения подразделяют на мелкофокусные — в пределах земной коры до глубины 70 км; промежуточные — в верхней мантии в интервале глубин 70 — 300 км и глубокофокусные на глубине от 300 до 600 — 700 км. Последние связаны с зонами субдукции (погружения) литосферных плит в мантию Земли.

Землетрясения происходят тогда, когда напряжение в глубинах земной коры возрастает до степени, вызывающей ее разрыв. Распространение землетрясений свидетельствует,

что эти явления происходят в районах, известных в качестве зон сейсмической активности, имеющих такие географические особенности, как океанические подводные горные гряды, горные цепи, вулканы, океанические хребты, тектонические разломы.

Внезапный разрыв высвобождает потенциальную энергию деформации, которая распространяется от очага землетрясения в форме трех типичных основных волн (с различными скоростями):

- продольных объемных волн, вызывающих сжатие и расширение породы в направлении распространения волн;
- поперечных волн, вызывающих сдвиг породы в направлении, перпендикулярном к направлению распространения волн;
- поверхностных волн, являющихся комбинацией двух предыдущих и приводящих к возникновению сейсмических воздействий на поверхности Земли.

Если эпицентр землетрясения находится на дне крупного водного пространства (моря, океана), то энергия деформации может вызвать появление новых мощных водных волн высотой до нескольких метров. Волны распространяются по поверхности водного пространства с большой скоростью и при подходе к берегу, такая волна образует огромную стену прибоя большой разрушительной силы (цунами).

Последствия воздействия землетрясений представляет собой

вибрации, которые могут быть смоделированы как случайные процессы и могут влиять на изделия, вызывая напряжения различных видов. Землетрясения вызывают случайные перемещения грунта, которые характеризуются последовательными, но статистически независимыми горизонтальной и вертикальной составляющими. Умеренное землетрясение (как правило) может продолжаться от 15 до 30 секунд, сильное землетрясение — от 60 до 120 секунд. Максимальная энергия типичного широкополосного случайного колебания находится в пределах частот от 1 до 30—35 Гц, причем наиболее разрушительные эффекты наблюдаются при частотах от 1 до 10 Гц.

Уровни интенсивности землетрясения по модифицированной шкале Меркалли:

1 - Не ощущается.

2 - Ощущается людьми в состоянии покоя или на верхних этажах.

3 - Подвешенные предметы качаются; легкая вибрация.

4 - Вибрация как от тяжелого грузовика; окна и посуда дребезжат; качаются стоящие автомобили.

5 - Чувствуется вне помещения; спящие просыпаются; маленькие предметы падают; висящие картины двигаются.

6 - Ощущается всеми; падает фурнитура; разрушения - стеклянные предметы разбиваются, предметы падают с полок, штукатурка лопается.

7 - Ощущается в движущихся автомобилях; потеря равновесия в положении стоя; самопроизвольный звон церковных колоколов; разрушения - сломанные трубы и архитектурные украшения, падение штукатурки, сломанная фурнитура, множественные трещины в штукатурке и каменной кладке, некоторые обрушения в глинобитных домах.

8 - Опасность при управлении движущимся автомобилем; падение веток деревьев; разломы в водонасыщенных грунтах; разрушения - подвесные водные резервуары, монументы, глинобитные дома; ощутимые разрушения средней тяжести - кирпичные конструкции, каркасные дома (без фундамента), ирригационные сооружения, дамбы.

9 - Песчаные воронки в насыщенных песками юродах; обвалы; разломы в Земле; разрушения: неармированная кирпичная кладка; ощутимые разрушения средней тяжести - недостаточно армированные бетонные конструкции, подземные трубопроводы.

10 - Широко распространенные обвалы и повреждения грунта; разрушения - мосты, тоннели, некоторые армированные бетонные конструкции; ощутимые разрушения средней тяжести - большинство зданий, дамбы, железнодорожные пути.

11 - Постоянные разрушения на поверхности Земли.

12 - Почти полные разрушения.

Землетрясения оказывают негативное воздействие на все объекты, расположенные на поверхности земли и заглубленные в нее.

Шкала сейсмической интенсивности MSK-64. Классификация сооружений и повреждений.

В. 1 Типы сооружений и зданий без антисейсмических усиления

Тип А — здания из кирпича-сырца, сельские постройки.

Тип Б — кирпичные, мелкоблочные, крупноблочные здания.

Тип В — каркасные железобетонные панельные здания, рубленые избы.

В. 2 Классификация повреждений

1-я степень — легкие: трещины в штукатурке.

2-я степень — умеренные: небольшие трещины в стенах, дымовых трубах.

3-я степень — тяжелые: глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб.

4-я степень — разрушения: сквозные трещины, обрушение частей зданий, внутренних стен.

5-я степень — обвалы: полное разрушение зданий.

Сейсмический эффект землетрясения.

1 балл — Неощутимое. Регистрируется приборами.

2 балла — Едва ощутимое. Колебания ощущаются лишь отдельными людьми на верхних этажах зданий.

3 балла — Слабое землетрясение. Ощущается некоторыми людьми, легкое раскачивание висящих предметов.

4 балла — Заметное сотрясение. Ощущается внутри зданий, раскачивание висящих предметов.

5 баллов - Пробуждение. Ощущается внутри зданий, на открытых участках, наблюдается раскачивание висящих предметов, возможны повреждения 1-й степени в зданиях типа А.

6 баллов — Испуг. Падает мебель, люди пугаются и выбегают на улицу, возможны повреждения 1-й степени в отдельных зданиях типа Б и во многих зданиях типа А, отдельные случаи оползней.

7 баллов — Повреждение зданий. Испуг и паника. Многие люди с трудом удерживаются на ногах, во многих зданиях типа В повреждения 1-й степени: во многих зданиях типа Б повреждения 2-й степени, во многих зданиях типа А повреждения 3-й степени: оползни и трещины на дорогах.

8 баллов — Сильное повреждение зданий. Во многих зданиях типа В повреждения 2-й степени: во многих зданиях типа Б повреждения 3-й степени: во многих зданиях типа А повреждения 4-й степени,

случаи разрыва стыков трубопроводов, оползни и трещины на дорогах.

9 баллов — Всеобщее повреждение зданий. Во многих зданиях типа В повреждения 3-й степени, во многих зданиях типа А повреждения 5-й степени случаи разрыва подземных частей трубопроводов, искривление железнодорожных рельсов.

10 баллов — Всеобщее разрушение зданий. Во многих зданиях типа В — повреждения 4-й степени, в отдельных 5-й степени. Здания типа Б — повреждения 5-й степени, большинство зданий типа А — повреждения 5-й степени. Опасные повреждения плотин, дамб, разрывы и искривления подземных трубопроводов. Появляются трещины в грунтах от 0,2 до 1,0 м. Возможны большие оползни на берегах рек.

11 баллов — Катастрофа. Разрушение зданий хорошей постройки. мостов, плотин, железнодорожных путей, шоссеиные дороги приходят в негодность. Горные обвалы.

12 баллов — Изменение рельефа. Сильные повреждения, разрушения всех типов наземных и подземных сооружений. Радикальные изменения земной поверхности.

*Оползень* — скользящее смещение масс грунта вниз по уклону под действием силы тяжести и (или) дополнительной нагрузки. Главными причинами возникновения оползней являются подмыв склона, его переувлажнение, сейсмические толчки и хозяйственная деятельность человека. В результате воздействия отдельных указанных факторов или их комплекса нарушается равновесие склона, и он приходит в скользящее движение, которое продолжается до достижения склоном нового равновесного состояния. Оползни образуются как на естественных склонах, так и в искусственных земляных сооружениях с крутыми откосами.

Оползни формируются, как правило, на участках земли, сложенных чередующимися водоупорными и водоносными породами. Масса породы начинает движение, когда силы сцепления на поверхности скольжения становятся меньше составляющей силы тяжести. По скорости движения оползни бывают быстрые (время развития измеряется секундами или минутами), средней скорости (минуты, часы), медленные (дни, годы). По механизму оползневого процесса выделяют типы оползней: сдвиг, выдавливание, гидравлический вынос и др. По глубине залегания поверхности скольжения различают оползни: поверхностные - до 1 м, мелкие - до 5 м, глубокие - до 20 м, очень глубокие - свыше 20 м. По мощности (объему) вовлекаемой в процесс массы горных пород оползни делятся на малые - до 10 тыс. м<sup>3</sup>, средние - от 11 до 100 тыс. м<sup>3</sup>, крупные - от 101 до 1000 тыс. м<sup>3</sup>, очень крупные - свыше 1000 тыс. м<sup>3</sup>.

Опасность оползней заключается в том, что огромные массы пород, внезапно смещаясь, могут разрушать здания, сооружения, приводя к большим жертвам. Большую часть потенциальных оползней можно предотвратить, если своевременно и качественно осуществлять комплекс мероприятий, направленных на контроль, прогнозирование и предотвращение возникновения оползневых процессов.



Рисунок 16 - Схема оползневого склона

*Карст* — заключается в процессе растворения, выщелачивания или механическом размывании пород грунта подземными водами, в результате чего в толще земли образуются пустоты, пещеры, вертикальные воронки и колодцы, а на поверхности земли создаются просадки и провалы. Карст образуется только при наличии в толще земли легко размываемых пород - известняков, доломитов, мела, гипса, а также некоторых рыхлых пород, как, например, лесса.

Образующиеся вследствие карстовых явлений на поверхности земли просадки и провалы изменяют естественный рельеф, создавая неровности с колодцами и воронками. Просадки и провалы вызывают разрушение зданий, коммуникаций и инженерных сооружений. Наличие карстовых явлений, возможность и вероятность возникновения просадок и провалов на поверхности земли, отсутствие уверенности в стабильности рельефа усложняют градостроительное использование территорий и приводят к планировочным ограничениям в жилой и промышленной застройке.

*Просадки и провалы.* Просадки представляют собой незначительные вертикальные смещения поверхности территории, возникающие в результате уплотнения грунта. При провалах вертикальные

смещения грунта достигают нескольких десятков метров (до 50 м и более). Явление просадки грунта может быть вызвано двумя факторами: хозяйственной деятельностью человека и свойствами некоторых горных пород.

Провалы возникают вследствие образовавшихся в земных недрах пустот, нарушивших равновесие окружающих пород (подземные выработки полезных ископаемых). Просадки и провалы образуются в районах горных подземных выработок.

Явление просадочности свойственно некоторым горным породам, в особенности лессу и лессовидным грунтам, и некоторым другим породам (суглинки, глины). В этом случае просадочные деформации рассматриваются как переход грунтов из недоуплотненного состояния в состояние нормальной для данного природного явления плотности, происходящей под влиянием инфильтрационной воды, повышения влажности грунта и его уплотнения. Лесс и лессовидные грунты сравнительно широко распространены. Мощность слоя лесса иногда достигает 10-20 м и более. Оседание поверхности и просадки образуются также при откачке воды из песчаных водоносных слоев.

Многие населенные пункты расположены на территориях с подземными выработками, осуществляемыми при добыче полезных ископаемых. В своем развитии выработки часто оказываются непосредственно под их территорией. В местах горных выработок равновесие в породах над выработками нарушается, происходит сдвиг и прогиб пластов, их обрушение и, как следствие, поверхность земли над выработками оседает, а иногда даже проваливается. Независимо от характера происхождения образование просадок и провалов зависит от геологических условий, глубины и размеров выработок. Близость к поверхности земли, большая ширина выработки и малая плотность породы в кровле способствуют быстрому образованию провалов, значительных по площади и глубине. Выработки, пройденные даже на сравнительно большой глубине, не могут считаться безопасными, хотя на поверхности земли просадки проявляются через сравнительно длительный срок.

### **12.3. Гидрологические опасности**

*Наводнение* — затопление пониженных частей речной поймы, дельты, береговой зоны моря, носящее катастрофический характер. Главная причина наводнения на берегах рек — половодье или паводки редкой повторяемости, а иногда ледяные заторы и зажоры. Пойма — часть дна речной долины, затопляемая только в половодье. Половодьем называют ежегодно повторяющееся в один и тот же сезон относительно длительное увеличение водоносности рек, сопровождающееся

повышением уровня воды. Паводок — сравнительно кратковременное и непериодическое поднятие уровня воды. Следующие один за другим паводки могут образовать половодье, а последнее — наводнение.

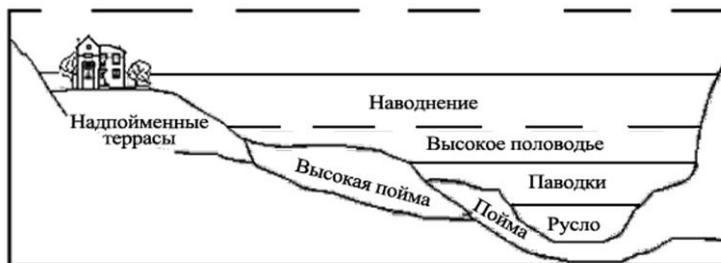


Рисунок 17 - Схема наводнения на реке

Наводнение — наиболее распространенная природная опасность. На реке оно происходит от резкого возрастания количества воды вследствие таяния снега или ледников, расположенных в ее бассейне, а также в результате выпадения обильных осадков. Наводнения нередко вызываются загромождением русла льдом при ледоходе (затор) или закупориванием русла внутренним льдом под неподвижным ледяным покровом и образованием ледяной пробки (зажор). Нагонные наводнения нередко возникают под действием ветров, нагоняющих воду с моря и вызывающих повышение уровня за счет задержки в устье приносимой рекой воды.

Наводнения на реках по высоте подъема воды, площади затопления и величине ущерба делят на 4 категории: низкие (малый), высокие (средний), выдающиеся (большой) и катастрофические. Низкие наводнения бывают на равнинных реках и затопляют до 10% сельхозугодий. Катастрофические наводнения вызывают затопление территорий в пределах одной или нескольких речных систем. При этом затопляются сельхозугодия, населенные пункты, парализуется производственная и хозяйственная деятельность, возникают большие убытки, гибель людей и животных.

Величины максимального уровня и максимального расхода воды зависят от следующих факторов: осенне-зимнего увлажнения и глубины промерзания почвы к началу снеготаяния, наличия и толщины ледяной корки на почве, количества атмосферных осадков в период снеготаяния и половодья, интенсивности снеготаяния, сочетания половодья крупных притоков бассейна, озерности, заболоченности и лесистости бассейна реки.

Прямые последствия наводнений: гибель людей и животных, урожая; разрушения и повреждения зданий, сооружений, хозяйственных построек; уничтожение плодородного слоя почвы (смыв, заиливание, занесение песком); изменение ландшафта; прерывание хозяйственной деятельности. Вторичные последствия наводнений: утрата прочности различных сооружений (размыв, подмыв); перенос водой вредных веществ и загрязнение ими обширных территорий; заболачивание местности.

Для каждого периодически затопляемого района или населенного пункта определяются уровни воды, которые используются для подготовки карты затопления. Критический уровень воды – уровень по ближайшему гидрологическому посту, с превышением которого начинается затопление данного города. Карта затопления – крупномасштабная топографическая карта, на которой нанесены кривые площадей, указывающих взаимосвязь между критическим уровнем воды в реке и площадью затопления города. В сельской местности решающее значение имеют время (сезон) и продолжительность затопления. При затоплении происходит вытеснение воздуха из почвы. В результате возможна либо гибель урожая, либо его снижение.

#### **12.4. Опасности изменения климата**

Изменение климата – это сложный процесс, который носит экологический характер по своей природе и оказывает влияние на все сферы жизни нашей планеты. Геологическое изучение осадочных отложений в земной коре свидетельствует, что изменения климата Земли имели место и прошлые исторические периоды, и были обусловлены природными причинами. Различные формы жизни имели достаточно времени для адаптации к изменениям климатических условий. В современных условиях изменение климата, обусловленное антропогенным воздействием, происходит в исторически короткий период. По мере развития сельского хозяйства, промышленности и техносферы, наряду с естественными факторами все более возрастает негативное влияние на климат. В настоящее время влияние хозяйственной деятельности на климат в глобальном масштабе стало причиной возникновения парникового эффекта. Возникновение глобального парникового эффекта, прежде всего, связано с поступлением в атмосферу различных газовых примесей и накоплению углекислого газа. При парниковом эффекте Земля поглощает солнечное излучение (преимущественно в видимом диапазоне) и испускает теплоту в инфракрасном диапазоне. Главными поглотителями теплового излучения от земной поверхности служат диоксид углерода, метан и некоторые другие ат-

мосферные примеси. Эти атмосферные примеси пропускают к Земле коротковолновую часть спектра и задерживают у поверхности длинноволновое тепловое излучение [75, 101].

Загрязнения атмосферы оксидами углерода ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), азота ( $\text{N}_n$ ,  $\text{O}_m$ ), метана, другими газами и аэрозолями, привело к увеличению поступления в атмосферу тепловой энергии. Метан поступает в атмосферу из природных (донные отложения водоемов и болот) и техногенных источников (сельскохозяйственное производство, свалки бытовых отходов). Рост содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере обусловлен потреблением углеводородных топлив - газа, нефти, угля. Другой источник  $\text{CO}_2$  связан с изменениями растительного и почвенного покрова континентов. Вырубка лесов снижает его поглощение из атмосферы при фотосинтезе. Высокая интенсификация земледелия приводит к более быстросму извлечению углерода из гумуса почв. Загрязнение Мирового океана и нарушение функционирования морских экосистем привело к менее эффективному поглощению избыточного углерода из атмосферы, и доля остающегося  $\text{CO}_2$  становится выше.

Общая тенденция к повышению температуры воздуха, начавшаяся около ста лет назад и продолжается в настоящее время. Прогнозируемое увеличение средней температуры воздуха Земли в XXI веке составит 1,5—3,5 °С, что вызовет изменение температурного, ветрового режима в атмосфере, перераспределение количества осадков, приведет к таянию ледников и полярных льдов, вечной мерзлоты [75]. Повышение уровня Мирового океана, создаст угрозу для жителей прибрежных стран и затопит часть территории, приведет к развитию других негативных процессов. Отрицательные последствия проявятся в миграции населения, опустынивании земель, стихийных бедствиях, возможности обеспечения пресной водой, изменении биоразнообразия искусственных и естественных растительных экосистем. Кроме того, произойдет территориальное перераспределение методов ведения сельского хозяйства, видов сельскохозяйственных культур, животных и способах их выращивания, производства продовольствия. Все это нарушит устойчивое развитие и управление ресурсами в целом или усугубятся негативные глобальные процессы под воздействием этих проблем.

Для ослабления угрозы глобального потепления, снижения антропогенного воздействия на климат Земли мировое сообщество подписало конвенцию об изменении климата, цель которой - добиться стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере. Для этого необходима дальнейшая разработка и внедрение энергосберегающих и наилучших доступных и природоподобных технологий, более широкое использование возобновляемых и альтернативных источников энергии.

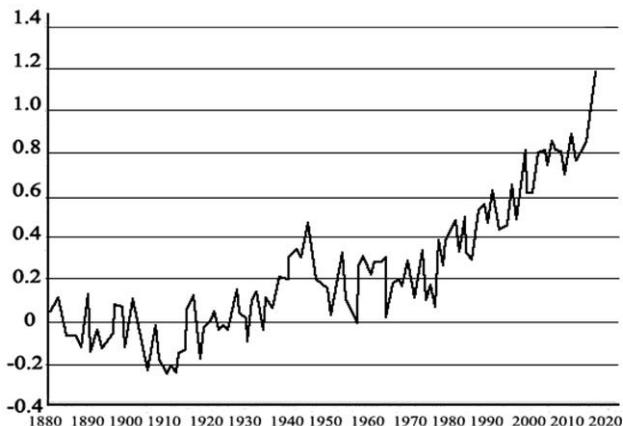


Рисунок 18 - Динамика изменения глобальной температурной аномалии по отношению к периоду до начала индустриализации

Конференция по климату в Париже (COP21), посвященная климатическим изменениям, проходила в Ле-Бурже во Франции с 30 ноября по 12 декабря 2015 года [2]. Это 21-я конференция, проводимая в рамках Рамочной конвенции ООН об изменении климата (COP 21) и 11-я - в рамках совещания сторон по Киотскому протоколу (CRP-11). Цель конференции — подписание международного соглашения по поддержанию увеличения средней температуры планеты на уровне ниже 2 °С, применимого ко всем странам.

Вклады стран-участниц Парижской конференции COP 21 разнообразны как с точки зрения содержания, так и по времени обнародования. Так, страны с развитой экономикой должны были представить свои программы к 31 марта 2015, в то время как развивающиеся страны имеют возможность представить свои программы до осени 2015 года. Предложения стран заключаются в сокращении выбросов парниковых газов. Мексика одна из развивающихся стран обязалась — на 22 % сократить выбросы парниковых газов к 2030 году (после спрогнозированного на 2026 год пика) по сравнению с 2013 годом. Благодаря финансовой поддержке и развитию технологий выбросы могут сократиться на 36 %.

Россия объявила о намерении сократить выбросы парниковых газов с 25 % до 20 % к 2030 году по сравнению с 1990 годом. В данном вопросе Россия рассчитывает на свои лесные ресурсы, которые составляют 20 % мировых лесов. Соединенные Штаты Америки, второй ис-

точник в мире по уровню выбросов парниковых газов, совместно с Китаем обязались сократить свои выбросы на 26–28 % к 2025 году (по сравнению с 2005 годом). Канада зафиксировала цель по снижению выбросов на 30 % к 2030 году по сравнению с 2005 годом. Китай определил три основные цели своей программы: достичь пика выбросов CO<sub>2</sub> к 2030 году; сократить на 60–65 % выбросы углекислого газа на единицу ВВП по сравнению с 2005 годом, учитывая, что выбросы уже сократились на 33,8 % в 2014 году по сравнению с 2005 годом; увеличить использование возобновляемых источников энергии, а также ядерной энергии с тем, чтобы использование первичной энергии составила 20 % к 2030 (для примера 11,2 % в 2014 году). Япония к 2030 году обязуется сократить выбросы парниковых газов на 25,4 % по сравнению с 2005 годом (26 % по сравнению с 2013 годом). Эта цифра к 2030 году составит около 1,04 миллиарда тонн эквивалентов углекислого газа.

Методической основой оценки заявлений о намерениях отдельных стран в отношении эмиссии CO<sub>2</sub> с точки зрения цели ограничения потепления величиной 2 °С является понятие эмиссионного бюджета CO<sub>2</sub>. Эмиссионный бюджет CO<sub>2</sub> — допустимая суммарная антропогенная эмиссия углекислого газа за установленный период времени, определяемая исходя из целевого уровня глобального потепления в конце периода.

Вследствие наблюдающегося глобального изменения климата происходит увеличение числа гидрометеорологических явлений. За последние 20 лет их количество увеличилось почти в 2 раза. Изменение климата порождает ряд негативных эффектов, который не ограничивается просто повышением температуры, таянием полярных льдов, изменением времен года, частым возникновением наводнений и изменением в общем сценарии погоды. Серьезные социально-экономические риски связаны с экстремальными явлениями погоды (наводнения, ураганы, засухи и т.д.) вследствие их негативного и часто катастрофического характера воздействия на природные и техногенные системы. Экстремальные погодные явления выделяются в современных условиях как наиболее вероятные среди главных глобальных рисков, и вторыми по масштабу оказываемого воздействия (после оружия массового поражения). Глобальное потепление влияет на частоту и (или) интенсивность ряда экстремальных явлений, причем сравнительно небольшие по величине изменения средних значений могут приводить к значительным изменениям статистики экстремумов [75].

Изменение климата ведет к росту опасных гидрометеорологических явлений, которые делятся на 4 группы:

- метеорологические – ураганы смерти, град, ледяные дожди;
- гидрологические - сели, наводнения, штормовые нагоны;
- климатические - засухи, волны тепла и холода, природные пожары;
- геофизические - цунами, магнитные бури.

По данным Росгидромета в 2016 г. в целом на территории России отмечалось 338 опасных гидрометеорологических явлений, включая агрометеорологические и гидрологические. Это на 15 явлений больше, чем в 2015 г. когда их было 973. Более 30 % из них нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Предупрежденность об опасных гидрометеорологических явлениях в 2016 году составила 95,5 %. Было выпущено и доведено до потребителей более 2000 штормовых предупреждений с заблаговременностью от нескольких часов до 1-2 суток, что позволяло принять превентивные меры по сокращению возможного ущерба [75].

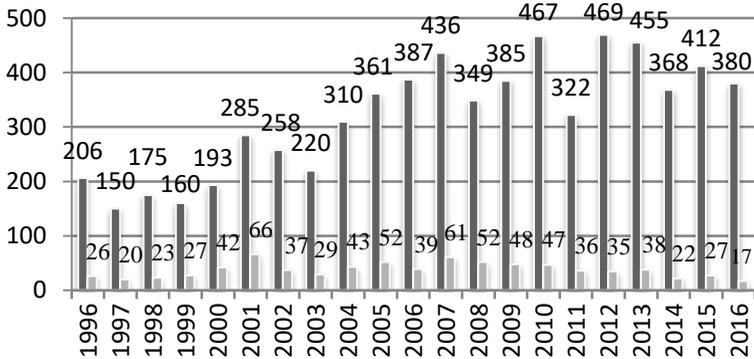


Рисунок 19 - Динамика распределения опасных гидрометеорологических явлений

- общее количество
- количество непредусмотренных опасных гидрометеорологических явлений

### 12.5. Опасные температурные явления

*Засуха* — это не достаточное количество осадков, при сильно ограниченном их среднем количестве и высоких температурах воздуха. При засухах число дней подряд без дождя может составлять 60—70 дней. Летом при длительном отсутствии дождей и при высоких температурах запасы влаги в почве иссякают вследствие испарения. Засухи почти всегда сопровождаются ветрами, которые усиливают испарение

влаги с поверхности почв. Эти погодные явления отмечаются явление весной и летом вследствие длительного (до 2 месяцев) господства антициклональной погоды. Засухи возникают тогда, когда в атмосфере долгое время сохраняется высокое давление воздуха, характерное при антициклонах. Нисходящие потоки в атмосфере препятствуют возникновению дождей, а ясная погода приводит к нагреванию и иссушению воздуха, почвы. Экстремально высокие температуры воздуха обычно устанавливаются при продолжительном сохранении ясной погоды при антициклонах, а в поясе умеренного климата и в субтропиках – также при вторжении масс холодного воздуха из более высоких широт причиной которых являются отклонения атмосферной циркуляции воздуха от нормы. Экстремальная жара в любом климатическом поясе устанавливается при летнем антициклоне, необычном по местоположению или продолжительности.

Засухи – явление, оказывающее существенное негативное влияние на сельское и лесное хозяйство, бытовое и промышленное водоснабжение, судоходство и работу гидротехнических сооружений. Для накопления влаги в почве проводится снегозадержание, создание защитных лесных полос, прудов и водоемов, боронование почвы и другие мероприятия.

Выделяются четыре основных вида засухи:

- засуха, отмечаемая ежегодно, характерная для пустынь и мест с засушливым климатом, где растения не растут без ирригации;
- засуха в климатических зонах с явно выраженными сухим и дождливым сезонами;
- засуха, наступающая при неожиданном длительном уменьшении количества осадков;
- засуха, возникающая, когда при высоких температурах происходит усиленное испарение и даже регулярные дожди не в состоянии в достаточной степени увлажнить почву, что приводит к гибели урожая на корню.

*Мороз* — критическое значение низких температур воздуха. Восприятие человеком понижения температуры воздуха как критического для его здоровья зависит от природной зоны. Для Крайнего Севера температура воздуха  $-25^{\circ}$  не воспринимается как критическая; для жителя южных районов уже температура около  $-5^{\circ}$  представляется опасной для жизни. В связи с этим термин морозы не имеет точных метеорологических параметров.

Воздействие мороза на организм человека вызывает переохлаждение и обмороживание. Переохлаждение (гипотермия) в зависимости от температуры тела делится на 4 степени. При первой степени

переохлаждения температура тела составляет 36–37 °С, при второй - до 34–35 °С, активизируется обмен веществ, учащается дыхание и повышается артериальное давление. Переохлаждение третьей степени - 30–32 °С характеризуется замедлением сердцебиения и дыхания, расстройством координации движений. Снижение температуры до 30 °С приводит к эйфории, затем спутанности сознания и его потере. При четвертой степени - температура тела опускается до 23 °С, постепенно угасают все важные жизненные процессы.

Кроме общего переохлаждения и замерзания организма может развиваться обморожение отдельных участков тела (лицо, руки, ноги). Происходит побледнение кожи, снижается и полностью исчезает нервная чувствительность, а при сильном обморожении кожа становится отечной, может приобретать синюшно-багровый оттенок. При особо сильном обморожении происходит омертвление обмороженных участков, их почернение, а в запущенных случаях и отторжение. В качестве первой помощи при переохлаждении или обморожении сначала нужно освободить пострадавшего от оледенелой или мокрой одежды. При сильном замерзании и потере сознания может отсутствовать дыхание — в таком случае нужно сделать искусственное дыхание. Профилактикой от обморожения является закаливание.

Мороз может привести к чрезвычайной ситуации, когда из-за сильных, продолжительных морозов под угрозой оказываются объекты жизнеобеспечения населения, возможны аварии теплосетей и другие. Морозы, особенно в весеннее время, могут отрицательно сказаться на состоянии посевов, в том числе, озимых. Критической для озимых считается температура минус 10 градусов, при которой возможно частичное повреждение всходов. Под действием морозов возникают морозобоины трещины коры (а иногда и древесины) плодовых деревьев, явления морозного выветривания, нивации, (нивация - снежная эрозия, разрушительное воздействие снежного покрова на подстилающие горные породы посредством усиленного морозного выветривания в условиях попеременного замерзания и оттаивания) и другие. На равнинах эти явления способствуют образованию таких форм, как бугры пучения, полигональные грунты; на возвышенностях и в горах — курумы, нагорные террасы, структурные грунты. На заглубленные фундаменты в пучинистых грунтах могут действовать значительные суммарные силы морозного пучения, которые (на практике) всегда оказываются неравномерными, что вызывает значительные дополнительные деформации в наземных конструкциях и образованию трещин в фундаментах и в самих зданиях и сооружениях.

## 12.6. Опасности примесей и конденсата в воздухе

*Дымка* — замутнение воздуха вследствие наличия в нем различных примесей и мельчайших продуктов конденсации. Примеси рассеивают проходящий свет и приводят к ухудшению видимости. Если помутнение воздуха невелико (дальность видимости 1—10 км), оно называется дымкой. Помутнение вызывают микроскопические частицы - капли (или кристаллы) и пылинки. Помутнение на высоких уровнях придает небесному своду белесоватость. Обычно дымка наблюдается у земной поверхности. Отсюда она распространяется на более или менее значительную высоту вверх. Дымка ослабляет краски ландшафта и уменьшает дальность видимости, т.е. расстояние, на котором различимы очертания предметов. Если диаметр рассеивающих частиц меньше длины световых волн (радиус — десятые доли микрометра), то дымка окрашивает отдаленные предметы в синий цвет, как бы обволакивает их голубой вуалью. Белым или светящимся отдаленным предметам (диск солнца, облака, снежные горы) она придает желтоватую окраску. Такое помутнение называется опалесцирующим. При более значительных размерах рассеивающих частиц дымка принимает белесоватый или сероватый оттенок

*Туман* — скопление более крупных продуктов конденсации (капель, кристаллов или тех и других) при большей их концентрации у земной поверхности и связанное с ним сильное помутнение воздуха, при котором дальность видимости становится менее 1 км. При сильном тумане дальность видимости может уменьшиться до нескольких десятков метров и даже до нескольких метров. При положительных температурах туман состоит из капель. При не слишком низких отрицательных температурах он также состоит из переохлажденных капель. Только при температурах около  $-10^{\circ}\text{C}$  и ниже в тумане наряду с каплями появляются кристаллы, и он становится смешанным. При очень низких температурах туман может быть целиком кристаллическим.

Радиационные туманы бывают двух типов: поземные и высокие. Поземные туманы наблюдаются только над сушей в ясные и тихие ночи. Они связаны с ночным радиационным выхолаживанием почвы или снежного покрова. Вверх они распространяются лишь на десятки метров. Распределение их носит локальный характер: они возникают пятнами, особенно в низинах, вблизи болот, на лесных полянах. Над большими реками они не образуются вследствие конвекции над теплой (в ночные часы) водой. Поземные туманы возникают в тихую погоду, но не при штиле — небольшая скорость ветра необходима для появления турбулентности, обуславливающей распространение охлаждения и туманообразования вверх. Поземные туманы возникают в

слое приземной инверсии и после восхода Солнца исчезают вместе с ней. Высокие радиационные туманы могут наблюдаться на суше и на море до высоты нескольких сотен метров в устойчивых антициклонах в холодное время года. Это результат постепенного, день за днем, выхолаживания воздуха в нижних слоях антициклона. Вследствие турбулентного переноса водяного пара вверх сначала развиваются слоистые облака на высоте нескольких сотен метров под инверсией оседания. Затем эти облака распространяются сверху вниз до земной поверхности, и тогда их уже называют высоким радиационным туманом. Такой туман может захватывать большие районы и сохраняться неделями.

Туманы испарения возникают чаще всего осенью и зимой в холодном воздухе над более теплой открытой водой. Над реками и озерами, в глубине материков они появляются вечером или ночью, куда стекает воздух, охлажденный над соседними участками почвы. Туманы испарения могут возникать также вечером во время или после дождя, когда почва промочена и сильно испаряет, а температура воздуха падает. Туман испарения обычно клубится и быстро рассеивается, так как нагревается снизу от теплой воды. Но если причина туманообразования длительно сохраняется, то и туман может наблюдаться подолгу.

Если сильное помутнение вызвано не продуктами конденсации, а твердыми частицами, то оно называется мглой. Мгла особенно часто возникает в районах эродированных почв и пыльных бурь в пустынных и степных районах, а также в результате задымления воздуха при лесных пожарах и над промышленными городами. При мгле относительная влажность может быть очень небольшой. Этим она отличается от тумана. Дальность видимости при сильной мгле может уменьшаться так же значительно, как и при тумане.

*Смог* — газообразные и твердые примеси в сочетании с туманом или аэрозольной дымкой, образующиеся в результате их преобразования и вызывающие интенсивное загрязнение атмосферы. В больших городах и в индустриальных районах опасное явление — смог, представляет собой сильный туман, смешанный с газообразными и твердыми примесями антропогенного происхождения.

*Фотохимический смог* — результат реакций между примесями в атмосфере под влиянием солнечной радиации. Он возникает в результате фотохимических реакций при определенных условиях: наличии в атмосфере высокой концентрации оксидов азота, углеводородов и других загрязнителей, интенсивной солнечной радиации и безветрия или очень слабого обмена воздуха в приземном слое при мощной, в течение не менее суток повышенной инверсии. Устойчивая безветренная погода, обычно сопровождающаяся инверсиями, необходимыми для

создания высокой концентрации реагирующих веществ. В безветренную погоду смог существует от нескольких часов до нескольких дней.

Перенос примесей в верхние слои атмосферы определяется характером распределения температуры в атмосфере с высотой. Возрастание температуры с высотой называется инверсией температуры. Инверсия температуры может наблюдаться как у поверхности земли - приземная инверсия (нижняя граница совпадает с земной поверхностью) и приподнятая инверсия (нижняя граница расположена на некоторой высоте). Инверсии температуры, являясь задерживающим слоем, способствуют накоплению водяного пара, пыли, дыма и вредных примесей в атмосфере, то есть образованию тумана и смога. В тумане возрастает концентрация примесей и при их поглощении влагой образуются новые более токсичные вещества.

Приземные инверсии оказывают влияние на накопление выбросов в атмосфере от низких источников, так как инверсионный слой ограничивает подъем выбросов, способствует их опусканию и накоплению в приземном слое. Приземные инверсии возникают в ночные часы при тихой и ясной погоде в результате выхолаживания земной поверхности.

Повышенный уровень загрязнения атмосферы отмечается в городах и при приподнятых инверсиях температуры воздуха [101]. В условиях приподнятых инверсий ограничивается распространение примесей в вертикальном направлении. Приподнятая инверсия, расположенная над источником, представляет собой задерживающий слой для выбросов, поступающих в атмосферу, и препятствующих распространению этих выбросов вверх, что определяет рост приземных концентраций. Низко расположенные приподнятые инверсии способствуют возникновению эффекта, называемого задымлением. Он заключается в резком росте концентраций примесей в приземном слое атмосферы в период (как правило, в утренние часы), когда вследствие разрушения нижней части приземная инверсия становится приподнятой. Примеси, скапливающиеся на уровне 100 - 300 метров начинают интенсивно поступать в нижний слой воздуха. Указанный эффект в наибольшей степени характерен для переходных сезонов, когда ночные инверсии достаточно мощны, однако он проявляется и летом. Формирование низко расположенных приподнятых инверсий является одной из причин роста загрязнения в утренние часы. Приподнятые инверсии возникают преимущественно в устойчивых антициклонах, вследствие нисходящего движения воздуха и его нагревания.

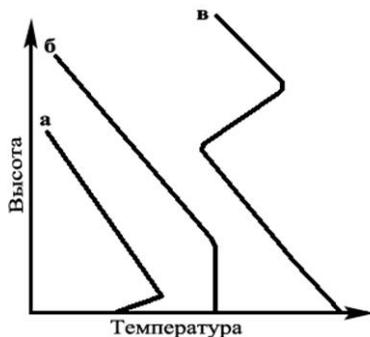


Рисунок 20 - Типы распределения температуры с высотой:  
 а — приземная инверсия, б — приземная изотермия,  
 в — инверсия в свободной атмосфере

У людей фотохимический смог вызывает раздражение глаз, слизистых оболочек носа и горла, симптомы удушья, головную боль, обострение легочных и различных хронических заболеваний. Смог вызывает коррозию материалов и элементов зданий, растрескивание красок, резиновых и синтетических изделий, тканей, снижение видимости, оказывает вредное влияние и на растения.

В зависимости от условий формирования выделяют несколько типов смога. Влажный смог лондонского типа - сочетание тумана с примесью дыма и газовых отходов производства. Ледяной смог аляскинского типа - смог, образующийся при низких температурах из пара отопительных систем и бытовых газовых выбросов. Сухой смог лос-анджелесского типа - смог, возникающий в результате фотохимических реакций, которые происходят в газовых выбросах под действием солнечной радиации, и формируется устойчивая синеватая дымка из едких газов без тумана.

Радиационный туман - туман, который появляется в результате радиационного охлаждения земной поверхности и массы влажного приземного воздуха до точки росы. Обычно радиационный туман возникает ночью в условиях антициклона при безоблачной погоде и легком бризе. Часто радиационный туман возникает в условиях температурной инверсии, препятствующей подъему воздушной массы. В промышленных районах может возникать такая форма радиационного тумана как смог.

*Наземные литометеоры* — перенос пыли (песка) ветром с земной поверхности, либо взвешенные в атмосфере твердые частицы (пыль, дым, гарь и т.п.).

*Пыльный (песчаный) поземок* — перенос пыли (частиц почвы, песчинок) ветром с земной поверхности в слое высотой 0.5-2 м, не приводящий к заметному ухудшению видимости (если нет других атмосферных явлений, горизонтальная видимость на уровне 2 м составляет 10 км и более). Возникает обычно при сухой поверхности почвы и скорости ветра 6-9 м/с и более.

*Пыльная (песчаная) буря* — перенос больших количеств пыли (частиц почвы, песчинок) ветром с земной поверхности в слое высотой несколько метров с заметным ухудшением горизонтальной видимости. Обычно на уровне 2 м она составляет от 1 до 9 км, но в ряде случаев может снижаться до нескольких сотен и даже до нескольких десятков метров. При этом наблюдается подъем пыли (песка) в воздух и одновременно оседание пыли на большой территории. В зависимости от цвета почвы в данном регионе, отдаленные предметы приобретают сероватый, желтоватый или красноватый оттенок. Возникает обычно при сухой поверхности почвы и скорости ветра 10 м/с и более.

*Пыль (взвешенная в воздухе), пыльная мгла* — сплошное более-менее однородное помутнение атмосферы с горизонтальной дальностью видимости на уровне 2 м от 1 до 9 км (иногда видимость снижается до нескольких сотен и даже до нескольких десятков метров) за счет взвешенной в воздухе пыли и частиц почвы. Может наблюдаться перед пыльной бурей или после нее (при ослаблении ветра), а также при отдаленной пыльной буре, когда поднятые в воздух пылинки переносятся ветром на большое расстояние. При этом в видимой окрестности нет признаков подъема пыли ветром с поверхности земли. В зависимости от цвета почвы в данном регионе, отдаленные предметы приобретают сероватый, желтоватый или красноватый оттенок.

*Дым* — сплошное помутнение атмосферы с горизонтальной дальностью видимости на уровне 2 м от 1 до 9 км. Иногда видимость снижается до нескольких сотен и даже до нескольких десятков метров за счет взвешенных в воздухе частиц дыма, гари различного происхождения (производственный дым, городской смог от выхлопов автомобилей, дым от торфяных, лесных, степных пожаров). Отдаленные предметы приобретают сероватый или желтоватый оттенок.

*Пыльные (песчаные) вихри* — вихревое движение воздуха, возникающее у поверхности земли днем в малооблачную (обычно жаркую) погоду при сильном прогреве земной поверхности солнечными лучами. Вихрь имеет вертикальную (или слегка наклоненную к горизонту) ось вращения, высота вихря составляет обычно 10-20 м (в ряде случаев несколько десятков метров), диаметр 1-5 м, время существования - от нескольких секунд до 1-2 минут. Вихрь поднимает с поверхности земли

пыль, песок, камешки, мелкие предметы и переносит их иногда на значительное расстояние (сотни метров). Вихри проходят узкой полосой, так что непосредственно на метеостанции ветер может быть слабым, но фактически внутри вихря скорость ветра достигает 8-10 м/с и более. Горизонтальная видимость на уровне 2 м составляет 10 км и более.

### **12.7. Опасные явления атмосферных осадков**

При определенных условиях из облаков выпадают осадки - капли или кристаллы достаточно крупных размеров, которые не могут удерживаться в атмосфере во взвешенном состоянии. Наиболее типичными являются дождь и снег. В зависимости от физических условий образования осадки подразделяют на три вида – обложные ливневые и морсящие [101].

Из облаков упорядоченного восходящего движения (слоисто-дождевых и высокостолбчатых), связанных с фронтами, выпадают обложные осадки. Это осадки средней интенсивности. Они выпадают сразу на больших площадях (порядка сотен тысяч квадратных километров), распространяются сравнительно равномерно и продолжаются достаточно длительное время (порядка десятков часов). В области захваченной фронтальной облачной системой, осадки отмечаются на всех или на большинстве станций метеонаблюдения и суммы осадков на отдельных станциях не слишком сильно отличаются одна от другой. Наибольший процент в общем количестве осадков в умеренных широтах составляют именно обложные осадки.

Из кучево-дождевых облаков, связанных с конвекцией, выпадают интенсивные, но малопродолжительные ливневые осадки. Сразу же после начала они могут иметь большую интенсивность, но вскоре резко обрываются. Их сравнительно небольшая продолжительность объясняется тем, что они связаны с отдельными облаками или с узкими зонами облаков. В холодной воздушной массе, движущейся над теплой земной поверхностью, ливневый дождь в каждом конкретном пункте иногда продолжается всего несколько минут. При местной конвекции летом над сушей, когда неустойчивость атмосферы существует в течение всего дня и кучево-дождевые облака непрерывно образуются или при прохождении фронтов ливни иногда продолжаются часами. Интенсивность ливневых осадков сильно колеблется. Даже во время одного дождя количество осадков, выпавшее на расстоянии всего 1—2 км, может различаться на 50 мм. Ливневые осадки являются основным видом осадков в низких тропических и экваториальных широтах.

*Осадки морсящие* — это внутримассовые осадки, выпадающие из слоистых и слоисто-кучевых облаков, типичных для теплых или

местных устойчивых воздушных масс. Вертикальная протяженность этих облаков невелика, поэтому в теплое время года осадки могут выпадать из них только в результате взаимного слияния капель. Выпадающие жидкие осадки — морось состоят из очень мелких капелек. Зимой при низких температурах такие облака могут содержать кристаллы. Тогда вместо мороси из них выпадают мелкие снежинки и так называемые снежные зерна. Как правило, морозящие осадки не дают существенных суточных количеств влаги. Зимой они заметно не увеличивают величину снежного покрова. Только в особых условиях, например, в горах, морось может быть более интенсивной и обильной.

Осадки выпадают в том случае, если хотя бы часть элементов, составляющих облако (капель или кристаллов), по каким-то причинам укрупняется. Когда облачные элементы становятся настолько тяжелыми, что сопротивление и восходящие движения воздуха больше не могут удерживать их во взвешенном состоянии, они выпадают из облака в виде осадков. Количество осадков, выпавших в том или ином месте за определенное время, выражается в миллиметрах слоя выпавшей воды. Например, выпадение 68 мм осадков, означает, что, если бы вода осадков не стекала, не испарялась и не впитывалась почвой, она покрыла бы подстилающую поверхность слоем толщиной 68 мм. Твердые осадки (снег и др.) также выражаются толщиной слоя воды, который они образовали бы, растаяв. Один миллиметр осадков на площади  $1 \text{ м}^2$  соответствует 1 кг выпавшей воды.

*Дождь* — жидкие осадки, состоящие из капель диаметром 0,5—6 мм. Капли более значительных размеров при падении разбиваются на части. В ливневых дождях величина капель больше, чем в обложных, особенно в начале дождя. При отрицательных температурах иногда могут выпадать переохлажденные капли. Соприкасаясь с земной поверхностью, они замерзают и покрывают ее ледяной коркой.

*Морось* — жидкие осадки, состоящие из капель диаметром порядка 0,5—0,05 мм с очень малой скоростью падения. Они легко переносятся ветром в горизонтальном направлении.

*Снег* — твердые осадки, состоящие из сложных ледяных кристаллов (снежинок). Формы их очень разнообразны и зависят от условий образования. Основная форма снежных кристаллов — шестилучевая звезда. Звезды получаются из шестиугольных пластинок, потому что сублимация или переход водяного пара в твердое состояние минуя жидкое наиболее быстро происходит на углах пластинок, где и нарастают лучи. На этих лучах в свою очередь создаются разветвления. Диаметры выпадающих снежинок могут быть очень различны (в среднем порядка нескольких миллиметров). Снежинки при

падении часто сливаются в крупные хлопья. При температурах, близких к нулю и выше нуля, выпадает мокрый снег или снег с дождем. Для него характерны крупные хлопья.

*Снежная и ледяная крупа* — осадки, выпадающие из слоисто-дождевых и кучево-дождевых облаков при отрицательных температурах и состоящие из ледяных и сильно озерненных снежинок диаметром более 1 мм. Чаще всего крупа наблюдается при температурах, близких к нулю, особенно осенью и весной. Снежная крупа имеет снегоподобное строение, при котором крупинки легко сжимаются пальцами. Ядрышки ледяной крупы имеют оледеневшую поверхность. Раздавить их трудно, при падении на землю они подсакивают. Из слоистых облаков зимой вместо мороси выпадают снежные зерна — маленькие крупинки диаметром менее 1 мм, напоминающие манную крупу.

*Ледяные иглы* — осадки, выпадающие зимой при низких температурах из облаков нижнего или среднего яруса и состоящие из ледяных кристаллов в виде шестиугольных призм и пластин без разветвлений. При значительных морозах такие кристаллы могут возникать в воздухе вблизи земной поверхности. Они особенно хорошо видны в солнечный день, когда сверкают своими гранями, отражая солнечные лучи. Из подобных ледяных игл состоят и облака верхнего яруса.

*Ледяной дождь* — осадки, состоящие из прозрачных ледяных шариков (замерзших в воздухе капель дождя) диаметром 1—3 мм. Их выпадение свидетельствует о наличии инверсии температуры. Где-то в атмосфере есть слой воздуха с положительной температурой, в котором выпадающие сверху кристаллы растаяли и превратились в капли, а под ним — слой с отрицательной температурой, где капли замерзли.

*Град* — осадки, выпадающие летом в достаточно жаркую погоду из кучево-дождевых облаков в виде кусочков льда шарообразной или неправильной формы (градин) диаметром от нескольких миллиметров и более. Масса градин в отдельных случаях превышает 300 г. Градины состоят из белого матового ядра и далее из последовательных прозрачных и мутных слоев льда. Град выпадает из кучево-дождевых облаков при грозах и, как правило, вместе с ливневым дождем. Вид и размеры градин свидетельствуют, что они многократно увлекаются то вверх, то вниз сильными токами конвекции. В результате столкновения с переохлажденными каплями градины наращивают свои размеры. В нисходящих токах градины опускаются в слои с положительными температурами, где обтаивают сверху, затем в восходящих потоках они снова поднимаются вверх и замерзают с поверхности. Для образования градин необходима большая влажность облаков, поэтому град выпадает только в теплое время года при высоких температурах у зем-

ной поверхности. Наиболее часто град выпадает в умеренных широтах, а с наибольшей интенсивностью — в тропиках. В полярных широтах град не наблюдается. Град часто вредит посевам и уничтожает их (градобития). В отдельных случаях от него могут пострадать животные и даже люди.

### **12.8. Опасности электричества облаков и осадков**

Капли облаков и туманов, как и твердые элементы в них, чаще бывают электрически заряженными, чем нейтральными. В основном в туманах капли несут заряды одного знака, но примерно в 25 % случаев туманов капли заряжены разноименно. Средний заряд капель в туманах — от десятков до тысяч элементарных зарядов (заряд электрона). К условиям в туманах, близки и условия в мелкокапельных облаках, не дающих осадков. В кучево-дождевых облаках, содержащих крупные капли, а также и значительные по размерам кристаллы, возникают особенно сильные электрические заряды. О них можно судить по зарядам выпадающих осадков. Капли ливневого дождя несут заряды в среднем около  $10^{-12}$  Кл. Это в шесть миллионов раз больше элементарного заряда. Наибольшие заряды капель могут быть еще в десятки раз больше этого среднего значения. Твердые элементы облаков и осадков заряжены так же, как капли, или еще сильнее. Дожди значительно чаще выпадают на земную поверхность с положительными зарядами.

Разделение зарядов в кучево-дождевых облаках, то есть скопление электричества одного знака в одной части облака, а противоположного — в другой, приводит к огромным значениям напряженности электрического поля атмосферы в облаках или между облаками и Землей.

*Гроза* — типичное развитие кучево-дождевых облаков и выпадение из них осадков связано с мощными проявлениями атмосферного электричества, а именно с многократными электрическими разрядами в облаках или между облаками и Землей. Такие разряды искрового характера называют молниями, а сопровождающие их звуки — громом. Весь процесс, часто сопровождаемый еще и кратковременными усилениями ветра — шквалами и является грозой.

По происхождению грозы делятся на внутримассовые и фронтальные. Внутримассовые грозы наблюдаются двух типов: в холодных воздушных массах, перемещающихся на теплую земную поверхность и над прогретой сушей летом (местные или тепловые грозы). В обоих случаях возникновение грозы связано с мощным развитием облаков конвекции, а, следовательно, с сильной неустойчивостью стратификации атмосферы и с сильными вертикальными перемещениями воздуха. Фронтальные грозы связаны главным образом с холодными фронтами,

где теплый воздух вытесняется вверх продвигающимся вперед холодным воздухом. Летом над сушей они нередко связаны и с теплыми фронтами. Континентальный теплый воздух, поднимающийся летом над поверхностью теплого фронта, может оказаться очень неустойчиво стратифицированным, поэтому над поверхностью фронта может возникнуть сильная конвекция. Продолжительность грозы в каждом отдельном месте обычно невелика: от минут до нескольких часов. Число молний при сильной грозе измеряется десятками в одну минуту. Как правило, гроза сопровождается ливневыми осадками, иногда градом.

*Молния и гром.* Необходимым условием грозы является возникновение очень больших разностей электрического потенциала в облаках, между облаками или между облаками и земной поверхностью. Это возможно при сильной электризации облаков. Облачные элементы по тем или иным причинам получают электрические заряды разного знака - заряды одного знака накапливаются в одной части облака, заряды другого знака — в другой. В кучево-дождевых облаках этот процесс настолько интенсифицирован, что создаются огромные разности потенциалов. Напряженность поля или разность потенциалов на единицу длины, иногда измеряется сотнями тысяч вольт на каждый метр. Так как электропроводность воздуха вообще очень мала, то быстро возникающие разности потенциалов не могут выровняться постепенно, путем тока проводимости. Когда напряженность поля достигает некоторого критического значения, разности потенциалов выравниваются посредством искровых разрядов - молний - между разноименно заряженными облаками, частями облаков, или между облаком и землей. На пути в несколько километров (а такова обычно длина молнии) разность потенциалов может достигать сотен миллионов вольт, а сила тока в молнии — порядка десятков тысяч ампер. Одна молния переносит за доли секунды несколько кулонов электричества (по некоторым данным, в среднем около 30 кулонов).

Молния состоит из нескольких, иногда многих последовательных разрядов — импульсов, следующих по одному и тому же пути, называемому каналом молнии. Этот канал извилистый и разветвленный, потому что разряды происходят по пути наименьшего электрического сопротивления в атмосфере, там, где плотность атмосферных ионов особенно велика. Канал молнии виден, потому что воздух в нем раскаляется до ослепительного розово-фиолетового свечения. Температура в канале достигает 25000— 30000 °С. Интервалы между отдельными импульсами составляют примерно 0,05 с, а продолжительность всей молнии — десятые доли секунды.

Каждый разряд начинается с лидера - предварительного разря-

да, который как бы прокладывает канал молнии, увеличивая в нем плотность ионов и тем самым повышая его проводимость. Процесс протекает по типу электронной лавины. Относительно небольшое сначала число свободных электронов, распространяясь от облака (или соответствующей его части с большим отрицательным зарядом), ионизирует на своем пути молекулы воздуха. Вследствие этого создаются все новые свободные электроны, в свою очередь увеличивающие ионизацию канала. Сразу же после проложения канала по нему проходит сильный главный разряд. Повторные разряды бывают слабее. При разрядах между облаками и землей (к ним относится примерно 40 % молний) к земле переносится преимущественно отрицательное электричество. Объясняется это тем, что в нижней части грозового облака обычно накапливаются отрицательные заряды, а земная поверхность под облаком заряжается положительно путем индукции. При грозовом разряде происходит, таким образом, пополнение общего отрицательного заряда земной поверхности.

Быстрое и сильное нагревание и, следовательно, быстрое расширение воздуха в канале молнии образуют взрывную волну, которая и создает звуковой эффект — гром. В связи с тем, что звук от различных точек пути молнии доходит до наблюдателя не одновременно и вследствие отражения звука от облаков и от земли, гром имеет характер длительных раскатов. Вспышка молнии распространяется в воздушной среде со скоростью света, так что мы видим ее практически в то же мгновение, когда происходит разряд, а гром распространяется со скоростью звука.

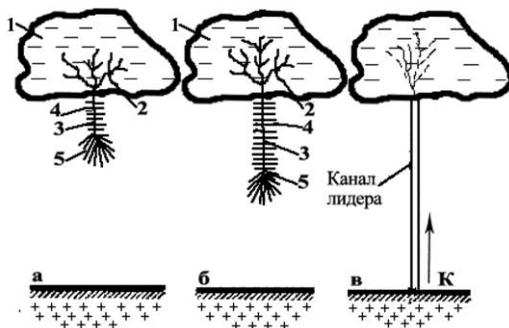


Рисунок 21 - Схема развития наземной молнии.

- а, б - две ступени лидера, в - образование главного канала молнии (к)  
 1- облако, 2 – стримеры, 3 - канал ступенчатого лидера,  
 4 – корона канала, 5 - импульсная корона на головке канала

Освещение облаков невидимыми молниями при отдаленной грозе (когда не слышен гром) носит название зарниц. Шаровая молния — светящийся шар диаметром в десятки сантиметров, перемещающийся вместе с ветром или вообще с током воздуха (если попадает внутрь помещения). При соприкосновении с наземными предметами он может взорваться. Взрыв сопровождается разрушениями и ожогами (иногда и человеческими жертвами). Явление шаровой молнии возможно возникает в раскаленном воздухе канала обычной молнии и состоит из неустойчивых соединений азота и кислорода, образование которых сопровождается поглощением большого количества тепла. При охлаждении до некоторой критической температуры вещество шаровой молнии мгновенно распадается на азот и кислород с выделением всей поглощенной энергии, сопровождающимся взрывом.

При достаточной больших разностях потенциалов в атмосфере кроме искровых разрядов наблюдается истечение электричества с остроконечных предметов (с остриев), которое иногда сопровождается свечением. Они могут наблюдаться и в отсутствии грозовых облаков, особенно при метелях и пыльных бурях, наиболее часто в горах. Они происходят если напряженность поля вообще очень большая, то над выдающимися и остроконечными предметами она может стать еще значительнее и приблизиться к критической. В таких случаях воздух в непосредственной близости к острию становится проводящим, а с острия происходит заметное истечение электричества. При особенно сильной напряженности истечение становится видимым. Оно наблюдается в виде светящихся нитей, кистей, расходящихся от острия вверх (кистевые разряды). Истечение электричества с остриев играет роль в сохранении отрицательного заряда Земли. Наблюдения показывают, что в результате истечения земная поверхность чаще отдает положительные заряды.

Повреждения, наносимые молнией, обусловлены высоким напряжением, большой силой тока в канале молнии и температурой. Различают два вида воздействия молнии на объекты - прямой удар и вторичные проявления молнии. Прямой удар сопровождается выделением большого количества теплоты и вызывает разрушение объектов и воспламенение паров легко возгораемых жидкостей, различных сгораемых материалов, а также сгораемых конструкций зданий и сооружений. Вторичные проявления молнии - явления, которые сопровождаются проявлением разности потенциалов на металлических конструкциях, трубах и проводах внутри зданий, не подвергшихся прямому удару молний. Высокие электрические потенциалы, наведенные молнией, создают опасность искрения между конструкциями и оборудо-

ванием. При наличии взрывоопасной концентрации паров, газов или пыли сгораемых веществ это приводит к воспламенению или взрыву. Наибольшие разрушения вызывают удары молнии в наземные объекты при отсутствии заземления - токопроводящих путей между местом удара и землей. Сильный ток, прошедший через тело человека от удара молнии, вызывает остановку сердца.

### **12.9. Опасности наземных гидрометеоров**

*Наземные гидрометеоры* — продукты конденсации водяного пара на земной поверхности и наземных предметах. Водяной пар конденсируется при соприкосновении влажного воздуха с холодными поверхностями. Образующаяся вода или лед покрывают эти поверхности. В зависимости от условий, в которых происходит конденсация, они разделяются на жидкие и твердые виды. К жидким продуктам наземной конденсации относятся роса и жидкий налет. К твердым наземным гидрометеорам относятся иней, твердый налет, изморозь. Различают также гололед и обледенение самолетов. Последнее уже не у земной поверхности, а в свободной атмосфере. Однако в случае гололеда или обледенения, как правило, происходит не непосредственное выделение льда на поверхностях предметов, а замерзание переохлажденной воды облаков или осадков.

*Роса* — мельчайшие капли воды, образовавшиеся в процессе конденсации на земной поверхности, особенно на траве, а также на горизонтальных поверхностях предметов, вечером и ночью в теплое время года. Роса возникает на самой поверхности предметов при отсутствии тумана. На листьях с несмачиваемой поверхностью (например, ландыша) капли росы сливаются между собой и образуют более крупные капли. Причина выделения росы состоит в охлаждении поверхности почвы и особенно растительности (трава, листья) путем ночного излучения до точки росы. Воздух, непосредственно соприкасающийся с такой поверхностью, охлаждается. Если температура воздуха падает ниже точки росы, то происходит выделение жидкой воды на поверхности, с которой соприкасается воздух. Условием, необходимым для выделения росы, является ясная и тихая погода, при которой ночное излучение особенно велико.

*Жидкий налет* — пленка воды, возникающая на холодных, преимущественно вертикальных поверхностях в пасмурную и ветреную погоду. Причина осаджения — не в ночном излучении, а в адвекции сравнительно теплого и влажного воздуха после холодной погоды. Адвекция - в метеорологии перемещение воздуха в горизонтальном направлении и перенос вместе с ним его свойств: температуры, влажности и других. Поверхности (стены, заборы, стволы деревьев), охлажда-

ются во время предшествующей холодной погоды. Соприкасаясь с ними, влажный воздух охлаждается, и часть водяного пара, содержащегося в нем, конденсируется. Этот процесс происходит преимущественно на наветренных поверхностях, которые покрываются мельчайшими каплями (запотевают). Например, искусственный вид подобного налета образуется в отапливаемых жилых помещениях или автомобиле в холодное время года, когда запотевают изнутри оконные стекла.

*Иней* — ледяные кристаллы различной формы, длиной порядка миллиметров, возникающие на траве, почве и на различных горизонтальных поверхностях при таких же условиях, что и роса, но только при отрицательных температурах подстилающей поверхности. Водяной пар из воздуха, непосредственно соприкасающегося с холодной поверхностью, сублимируется на ней в виде кристаллов. Иней возникает и на поверхности снежного покрова.

*Твердый налет* возникает на вертикальных поверхностях, особенно каменных (стены, цоколи зданий), с наветренной стороны при таких же условиях, как и жидкий налет, но при температурах ниже нуля. Его образование связано с притоком теплого влажного воздуха, часто при тумане, причем температура все же остается отрицательной. В отдельных случаях потепление может доходить до слабой оттепели, но поверхность, на которой возникает налет, должна сохранять отрицательную температуру. Твердый налет чаще всего образуется в виде мелких кристалликов, густо и плотно сидящих на поверхности; но он может иметь и вид тонкого слоя гладкого прозрачного льда.

*Изморозь* — рыхлые белые кристаллы, нарастающие на ветвях деревьев, на хвое, проводах, проволочных изгородях и других тонких предметах. Эти кристаллы образуют длинные, легко осыпающиеся нити. Изморозь нарастает при значительных морозах и, как правило, при тумане. Сублимация водяного пара и замерзание переохлажденных капель тумана при соприкосновении с предметами дают начало дальнейшему образованию кристаллов. Нарастание изморози происходит преимущественно с наветренной стороны предметов. Сублимация водяного пара - процесс перехода воды из газообразного состояния в твердое, минуя жидкое, т.е. непосредственное осаждение льда из влажного воздуха (напр., при образовании инея) и образование кристаллов в атмосфере. Достаточно сильный ветер легко сдувает возникшую изморозь. Осаждение изморози может быть очень значительным, особенно в горных лесах.

Явления, подобные твердому налету, инею и изморози, могут наблюдаться и в искусственно созданных условиях: на оконных стеклах (морозные узоры), на стенах и потолках в плохо отапливаемых

жилых помещениях, в погребках, на складах, а также в пещерах.

*Гололед* — образование слоя плотного льда на земной поверхности и на предметах в результате намерзания капель переохлажденного дождя, мороси или обильного тумана. Гололед, таким образом, не выделяется из воздуха путем непосредственной сублимации на наземных предметах, как рассмотренные выше виды твердых гидрометеоров. Для его образования необходимо выпадение переохлажденных капель, возникших в атмосфере. Гололед возникает при не слишком низких отрицательных температурах (от 0 до — 15 °С). Осадки выпадают в виде переохлажденных капель, но при соприкосновении с земной поверхностью или предметами замерзают, покрывая их ледяным слоем.

Различают гололед прозрачный и мутный (матовый). Последний, возникает при более мелких каплях (мороси) и при более низких температурах. Корка намерзшего льда может достигать нескольких сантиметров (а иногда многих сантиметров) и вызывать поломку сучьев и обрыв проводов. Под тяжестью льда, осевшего на проводах, могут ломаться опоры. Покрытые гололедом улицы и дороги становятся скользкими и могут причинить вред человеку и транспорту.

Образование гололеда (как и твердого налета) может происходить также на самолетах. Это явление называют обледенением самолетов. Ледяная корка возникает в особенности на лобовой части фюзеляжа, на винтах, ребрах крыльев и других выступающих частях самолета. Под действием обледенения значительно ухудшаются аэродинамические качества самолета, возникают опасные вибрации, что может привести к авариям самолетов. Обледенение происходит в переохлажденных водяных облаках, под облаками в зоне переохлажденного дождя чаще всего при температурах от 0 до — 10 °С. При соприкосновении с самолетом капли замерзают, растекаясь по поверхности, и к ним примерзают, содержащиеся в облаке снежинки. Менее значительное обледенение (в виде твердого налета) может происходить вне облаков и осадков. Особенно опасное обледенение бывает в слоисто-дождевых фронтальных облаках, так как эти облака всегда смешанные, а их горизонтальные и вертикальные размеры сравнимы с размерами фронтов и воздушных масс.

*Снежный покров.* При устойчивых отрицательных температурах воздуха снег, выпавший на земную поверхность, остается лежать на ней в виде снежного покрова. В высоких полярных широтах снежный покров сохраняется круглый год. В умеренных и тропических широтах снег удерживается круглый год только на больших высотах в горах. На равнинах умеренных широт снежный покров стает весной и устанавливается вновь осенью. В таянии снежного покрова основную роль

играет перенос теплых воздушных масс с температурой выше нуля. Нагревание снега солнечной радиацией имеет второстепенное значение вследствие большого альбедо снега. Только загрязненный снег, например, в городах, нагревается солнечными лучами больше и тает быстрее, чем чистый.

В снежном покрове содержится много воздуха, поэтому его плотность небольшая: масса 1 м<sup>3</sup> снега равна 20—200 кг, т.е. плотность снега, составляет всего 0,02—0,2 кг/м<sup>3</sup> от плотности воды. Такой рыхлый снежный покров обладает наименьшей теплопроводностью. За зиму снежный покров слеживается и уплотняется. Особенно увеличивается его плотность при оттепелях или весенних дождях. Если поверхность снега подтаивает, а затем снова подмерзает, образуется твердая ледяная корка — наст. Устойчивый снежный покров обычно не устанавливается сразу. Вскоре после появления покровов может сойти при оттепелях, затем образуется снова.

Высота снежного покрова тем больше, чем больше осадков выпадает при отрицательных температурах и чем меньше в зимний период оттепелей. Распределение снежного покрова в сильной степени зависит от топографии и орографии местности. В низких местах рельефа снежный покров имеет большую высоту, так как снег наносится туда ветром; на возвышенностях снежный покров тоньше из-за ветрового сноса. При переносе снега ветром особенно много его накапливается у препятствий (заборов, лесных посадок), где высота покрова возрастает. Эта особенность позволяет проводить мероприятия по задержанию снега на полях и по защите дорог от снега. Очень высок снежный покров на наветренных склонах гор и на перевалах. Нередко снег переносится ветром и накапливается на подветренных склонах гребней горных хребтов, создавая повышенную лавиноопасность.

Температура на поверхности снежного покрова ниже, чем на поверхности почвы не покрытой снегом, так как снег обладает исключительно высоким альбедо (80—90 %). В то же время шероховатая поверхность снега сильно излучает. Малая теплопроводность снега приводит к тому, что потеря тепла с поверхности снежного покрова не покрывается притоком тепла из более глубоких его слоев и из почвы. Поэтому почва, покрытая снегом, сохраняет зимой достаточно высокую температуру. Чем тоньше снежный покров зимой, тем сильнее промерзание почвы при прочих равных условиях. Снежный покров охлаждает воздух. Над ним образуются значительные приземные радиационные инверсии температуры. Весной при таянии снежного покрова приток тепла идет на таяние снега, и температура воздуха остается близкой к нулю до тех пор, пока снег не стает. В теплом воздухе,

перемещающемся над тающим снежным покровом, могут возникать так называемые весенние инверсии температуры.

Запасы воды, накапливаемые за зиму в снежном покрове, примерно на 50 % обеспечивают питание рек России. С весенним таянием снега связаны половодья на равнинных реках. Высота половодья зависит не только от накопленных за зиму запасов снега, но и от быстроты его таяния, и от свойств поверхности почвы. Особенно высоки половодья, если снег осенью выпадает на замерзшую почву, так-как весной талые воды вследствие этого не впитываются в почву, а стекают.

Наличие снежного покрова сильно повышает освещенность, которая особое значение имеет в районах крайнего севера. Рассеянная радиация увеличивается вследствие отражения как прямой, так и рассеянной радиации от снежного покрова и вторичного ее рассеивания, поэтому повышается и освещенность. Сильное отражение и рассеяние света в снежных горах могут вызвать временную слепоту у альпинистов.

*Метель* — атмосферное явление, состоящее в переносе снега более или менее сильным ветром. Низовая метель, при которой снег поднимается ветром с поверхности снежного покрова. Если перенос снега ветром ограничивается самым нижним слоем атмосферы, непосредственно над снежным покровом (несколько сантиметров или дециметров), то это явление называют поземком. Общая метель, когда снег выпадает при достаточно сильном ветре и практически нельзя различить, в какой мере ветер переносит выпадающий снег, а в какой мере он срывает снег с поверхности снежного покрова.

Метели могут приводить к перераспределению снежного покрова в горизонтальном направлении, к накоплению сугробов снега у препятствий, к снежным заносам на дорогах, возможно снижение видимости на дорогах до 20-50 м, обрыв воздушных линий электропередачи и связи. Накопление снега на крышах зданий и сооружений приводит к их частичному разрушению. Особенно сильные метели называются пурга и буран.

Для низовой метели помимо скорости ветра важно состояние снежного покрова. Если температуры близки к нулю и снежный покров слежавшийся и влажный, срыв снега ветром с поверхности покрова затруднен или невозможен. Особенно неблагоприятно для развития метели образование наста на поверхности снежного покрова. Таким образом, низовая метель наиболее вероятна при свежевypавшем снеге и довольно низких температурах воздуха. Для общей метели нужно сочетание достаточно сильного ветра со снегопадом, в особенности обложным. При ливневом снеге метель может быть сильной, но непродолжительной.

## 12.10. Опасности движения воздушных масс в атмосфере

*Ветер* — движение воздуха относительно земной поверхности.

Как правило, имеется в виду горизонтальная составляющая движения. Иногда выделяют восходящий или нисходящий ветер. Ветер характеризуется вектором скорости, скоростью и направлением. За направление ветра принимается азимут точки, откуда дует ветер. Указать это направление можно, либо назвав точку горизонта, откуда дует ветер, либо определив угол, образуемый направлением ветра с меридианом, т.е. его азимут. В последнем случае угол отсчитывается от точки севера через восток, т.е. по часовой стрелке. В первом случае различают восемь основных румбов горизонта: север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад — и восемь промежуточных румбов между ними: северо-северо-восток, восток-северо-восток, восток-юго-восток, юго-юго-восток, юго-юго-запад, запад-юго-запад, запад-северо-запад, северо-северо-запад; 16 румбов, указывающих направление, откуда дует ветер, имеют следующие сокращенные обозначения (русские и международные), N — норд, E — ост, S — зюйд, W — вест. Если направление характеризуется азимутом, то направление ветра указывается в градусах. Северному ветру будет соответствовать  $0^\circ$  ( $360^\circ$ ), северо-восточному —  $45^\circ$ , восточному —  $90^\circ$ , южному —  $180^\circ$ , западному —  $270^\circ$ . Длины лучей, идущих по этим направлениям к центру диаграммы, пропорциональны повторяемости ветров (%), вычисленной по многолетним наблюдениям.

Средние скорости ветра у земной поверхности близки к 5—10 м/с и редко превышают 12—15 м/с. В сильных атмосферных вихрях и штормах умеренных широт скорости могут превышать 30 м/с, а в отдельных порывах достигать 60 м/с. В тропических ураганах скорости ветра доходят до 65 м/с, а отдельные порывы, судя по разрушениям, превышают 100 м/с. В мелкомасштабных вихрях (смерчи, торнадо) возможны скорости и более 100 м/с. В верхней тропосфере в так называемых струйных течениях средняя скорость ветра на больших пространствах может доходить до 70—100 м/с.

Под местными ветрами понимают ветры, характерные только для определенных географических районов. Они, как и постоянные ветры, являются составной частью общей циркуляции атмосферы и определяют климатические условия данной территории. К местным ветрам относятся бриз, меняющий свое направление дважды в сутки, горно-долинные ветры, бора, фен, суховей, самум и другие. Причиной их образования в основном являются разные температурные условия на берегах озер или рек, в горах и долинах.

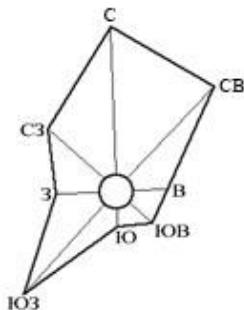


Рисунок 22 - Роза ветров

*Бризы* формируются по берегам морей и больших озер. Различия в нагревании суши и воды днем и ночью создают вдоль береговой линии при слабых воздушных течениях общей циркуляции местную циркуляцию. При этом в приземных слоях атмосферы ветер дует днем с моря на более нагретую сушу, а ночью — с охлажденной суши на море.

*Горно-долинные ветры* формируются в горных районах из-за различного нагрева воздуха над гребнями горных хребтов, склонами и дном долины. С невысокой скоростью (около 10 м/с) днем ветер дует вверх по долине и склонам, а ночью - с гор в долину и вниз в сторону равнины.

*Бора* это сильный порывистый холодный ветер, образующийся в районах, где невысокие горные хребты отделяют холодный воздух над сушей от теплого воздуха над водой и дующий с гор на побережье морей или крупных озер. Он наиболее опасен в морозную погоду, когда с большой скоростью, около 50 м/с, скатывается с горных хребтов к еще не замерзшему морю или озеру. Контраст температур между потоком холодного воздуха и теплым над водной поверхностью значительно увеличивается, что приводит к возрастанию скорости боры. Шквалистый ветер приносит сильное похолодание, вызывает высокие волны, что приводит к намерзанию с наветренной стороны слоя льда, под тяжестью которого корабль может перевернуться и затонуть. Бора продолжается от нескольких суток до недели.

На озере Байкал бора ветер имеет местное название — сарма. Он образуется при переходе холодного арктического воздуха через прибрежные горные хребты. На средиземноморском побережье холодный северо-западный ветер называется мистраль. Памперо — холодный штормовой ветер южного или юго-западного направления в Аргентине и Уругвае связан с вторжениями антарктического воздуха.

*Фён* — теплый сильный ветер, дующий с высоких гор в долины, образуется на Кавказе и в горах Средней Азии. Сухой воздух спускается в долину, и при опускании его температура повышается в результате адиабатического нагревания — на один градус на каждые 100 м спуска. Скорость фёна может достигать 20—25 м/с. Зимой и весной он вызывает бурное таяние снегов, повышение уровня горных рек, летом высокие температуры губительны для растений.

*Суховеи* — ветра, дующие летом в степях, пустынях и полупустынях. Эти жаркие сухие ветра образуются по краям антициклонов и продолжаются несколько суток, усиливая испарение, иссушая почву и растения. Самум – ветер, который формируется при сильном нагреве воздуха в циклонах в пустынях и переносит раскаленный песок и пыль. Температура воздуха при суховеях может повыситься до +50 °С.

Негативное воздействие ветров определяется скоростным напором ветра. При анализе влияния ветра на различные объекты используются ряд понятий. Основное значение базовой скорости ветра - скорость ветра на уровне 10 м над поверхностью земли для открытого типа местности с учетом высоты над уровнем моря, соответствующая 10-минутному интервалу осреднения независимо от направления ветра, с вероятностью превышения 0,02. Базовое значение скорости ветра - приведенное основное значение базовой скорости ветра с учетом направления ветра и сезонности. Средняя скорость ветра - базовое значение скорости ветра, приведенное с учетом показателей шероховатости местности и орографии. Аэродинамический коэффициент давления: аэродинамические коэффициенты внешнего давления - учитывают воздействие ветра на внешние поверхности сооружений; аэродинамические коэффициенты внутреннего давления - учитывают воздействие ветра на внутренние поверхности сооружений. Коэффициенты внешнего давления подразделяют на общие и локальные коэффициенты. К локальным коэффициентам относятся аэродинамические коэффициенты давления для загруженных поверхностей, площадь которых не превышает 1 м<sup>2</sup>, например, для небольших элементов конструкций или креплений; к общим коэффициентам относятся аэродинамические коэффициенты давления для загруженных поверхностей площадью свыше 10 м<sup>2</sup>. Коэффициенты давления нетто включают результирующее воздействие ветра на сооружения, элементы конструкций или узлы на единицу поверхности.

Шероховатость местности зависит от ее типов:

- тип местности 0 - моря или открытые побережья морей;
- тип местности I - озера или плоская местность с незначительной растительностью без преград;

- тип местности II - открытая местность с низкой, как трава, растительностью и изолированными отдельно стоящими преградами (деревьями, зданиями), расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот;

- тип местности III - местность с равномерной растительностью или зданиям, или преградами, расстояние между которыми не превышает 20-кратного значения их высот (деревни, пригородные зоны, протяженные лесные массивы);

- тип местности IV - территории, в пределах которых, по крайней мере, 15 % поверхности покрыто зданиями, высота которых превышает 15 м.

На изолированных возвышенностях (холмах), горных хребтах или скалах и склонах возникают разные скорости ветра из-за уклона местности в направлении набегающего потока. Наибольшее возрастание скорости ветра происходит у вершины склона.

Разрушительная способность ветра выражается в условных баллах и зависит от скорости:

0 баллов – 18-32 м/с - слабые разрушения;

1 балл – 33-49 м/с - умеренные разрушения;

2 балла – 50-69 м/с - значительные разрушения;

3 балла – 70-97 м/с - сильные разрушения;

4 балла – 98-116 м/с - опустошительные разрушения.

*Циклон* — крупномасштабное атмосферное возмущение вихревого характера, связанное с областью пониженного атмосферного давления с минимумом в центре и с циркуляцией воздуха вокруг центра против часовой стрелки в северном полушарии и по часовой стрелке в южном. При этом в слое трения (от земной поверхности до высоты нескольких сот метров) ветер имеет составляющую, направленную внутрь циклона по барическому градиенту, убывающую с высотой. Изобары в циклоне округлой или овальной, или вообще неправильной формы. Барические градиенты в циклоне увеличены и скорости ветра усилены. Тропические циклоны имеют меньшие диаметры, но большие барические градиенты и штормовые скорости ветра, редкие в циклонах внетропических. Циклон характеризуется облачной дождливой погодой и сильными ветрами. Циклоны обычно подразделяются на две категории: среднеширотные и тропические. Среднеширотные циклоны формируются как над сушей, так и над водой. Тропические циклоны встречаются над теплыми тропическими океанами, в стадии формирования обычно движутся на запад с потоком пассатов (ветра), а после окончания формирования изгибаются к полюсам.

*Антициклон* — область повышенного давления с замкнутыми концентрическими изобарами. Максимальное давление в центре антициклона, к периферии убывает. Воздух в антициклоне движется в северном полушарии, огибая центр по часовой стрелке, в южном полушарии – против часовой стрелки. В нижнем слое линии тока воздуха имеют форму спиралей, расходящихся от центра. Расходимость воздушных течений в нижних слоях влечет за собой преобладание в антициклоне нисходящих движений (оседания) воздуха с вертикальной составляющей порядка десятков и сотен метров в сутки.

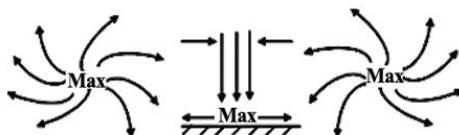


Схема циклона

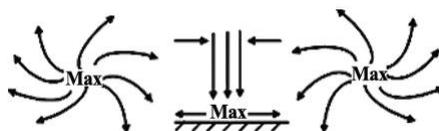
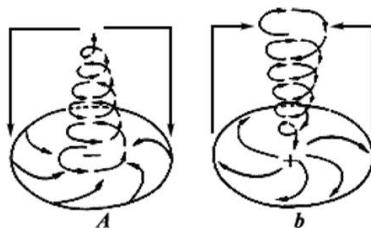


Схема антициклона



Циклоны (А) и антициклоны (Б) в северном полушарии

Рисунок 23 - Схема циклона и антициклона

*Буря* — это очень сильный ветер, приводящий к большому волнению на море и к разрушениям на суше. Буря может наблюдаться при прохождении циклона, смерча. Скорость ветра у земной поверхности во время бури превышает 20 м/с и может достигать 50 м/с (с отдельными порывами до 100 м/с). Кратковременные усиления ветра до скоростей 20...30 м/с называются шквалами. Сильная буря на море называется штормом или тайфуном, а на суше — ураганом.

*Ураган* — это циклон, у которого давление в центре очень низкое, а ветры достигают большой и разрушительной силы. Скорость ветра во время урагана достигает 30 м/с и более. Ураганы представляют собой морское явление, и наибольшие разрушения от них бывают вблизи побережья. Но ураганы могут проникать и далеко на сушу. Они могут сопровождаться сильными дождями, наводнениями, штормовыми нагонами, в открытом море образуют волны высотой более 10 м. Особой силой отличаются тропические ураганы, радиус ветров которых может превышать 300 км. Ураганы — явление сезонное. Ежегодно на Земле развивается в среднем 70 тропических циклонов. Средняя продолжительность около 9 дней, максимальная- 4 недели.

*Смерч (торнадо)* — сильный вихрь, образующийся в жаркую погоду под хорошо развитым кучево-дождевым облаком и распространяющийся к поверхности земли (или водоема) в виде гигантского темного вращающегося столба или воронки. Вихрь имеет вертикальную (или слегка наклоненную к горизонту) ось вращения, высота вихря составляет сотни метров (в ряде случаев 1-2 км), диаметр 10-30 м, время существования - от нескольких минут до 0,5-1 часа и более. Приблизившись к поверхности, смерч втягивает в себя воду, песок, пыль, а нередко и тяжелые предметы, нанося значительные разрушения (ломаая и вырывая с корнем деревья, повреждая здания, переворачивая автомобили и т.д.). Смерч проходит узкой полосой, так что непосредственно на метеостанции значительного усиления ветра может и не быть, но фактически внутри смерча скорость ветра достигает 20-30 м/с и более. Смерч чаще всего сопровождается ливневым дождем и грозой, нередко и градом.

### **12.11. Опасности электромагнитных излучений в атмосфере**

*Солнечная радиация* — излучение Солнца, имеющее электромагнитную и корпускулярную природу. Корпускулярная солнечная радиация состоит в основном из протонов. Основная часть электромагнитного излучения Солнца лежит в видимой части спектра. Рентгеновское излучение Солнца состоит из сплошного спектра излучения и излучения в отдельных линиях.

Радиацию, приходящую к земной поверхности непосредственно от Солнца, называют прямой солнечной радиацией. В связи с большим расстоянием от Земли до Солнца прямая радиация падает на любую поверхность на Земле в виде пучка параллельных лучей. Поэтому максимально возможное количество радиации получает единица площади, расположенная перпендикулярно к солнечным лучам. На верхнюю

границу атмосферы солнечная радиация приходит в виде прямой радиации. Около 30 % отражается назад в космическое пространство, остальные 70 % поступают в атмосферу. Количество лучистой энергии Солнца, поступающей за 1 мин на  $1 \text{ см}^2$  площади, перпендикулярной к солнечным лучам и находящейся вне земной атмосферы на среднем расстоянии Земли от Солнца, называется солнечной постоянной [101].

Проходя сквозь атмосферу, солнечная радиация частично рассеивается атмосферными газами и аэрозолями. Эта часть переходит в особую форму рассеянной радиации. Частично прямая солнечная радиация поглощается атмосферными газами и примесями и переходит в теплоту, что приводит к нагреванию атмосферы.

Нерассеянная и непоглощенная в атмосфере прямая солнечная радиация достигает земной поверхности. Небольшая ее доля отражается от нее, а большая часть радиации поглощается земной поверхностью, в результате чего земная поверхность нагревается. Часть рассеянной радиации также достигает земной поверхности, частично от нее отражается и частично ею поглощается. Другая часть рассеянной радиации уходит вверх, в межпланетное пространство. В результате поглощения и рассеяния радиации в атмосфере прямая радиация, дошедшая до земной поверхности, отличается от той, которая пришла на границу атмосферы. Величина потока солнечной радиации уменьшается, и спектральный состав ее изменяется, так как лучи разных длин волн поглощаются и рассеиваются в атмосфере по-разному [101].

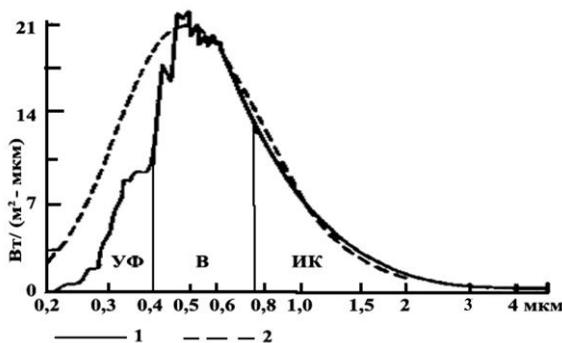


Рисунок 24 - Распределение лучистой энергии в спектре солнечной радиации до поступления в атмосферу (1) и в спектре абсолютно черного тела при температуре  $6000 \text{ }^\circ\text{C}$  (2).

Области спектра: *УФ* — ультрафиолетовая; *В* — видимая; *ИК* — инфракрасная; спектральная плотность радиации дана в  $\text{Вт}/\text{м}^2$  для интервала длин волн  $0,01 \text{ мкм}$

Поглощение в атмосфере прямой солнечной радиации различными газами идет избирательно в разных участках спектра и разной степени. Азот поглощает радиацию только очень малых длин волн в ультрафиолетовой части спектра. Энергия солнечной радиации в этом участке спектра совершенно ничтожна, поэтому поглощение азотом практически не отражается на потоке солнечной радиации. В несколько большей степени, но все же очень мало поглощает солнечную радиацию кислород — в двух узких участках видимой части спектра и в ультрафиолетовой его части. Более сильным поглотителем солнечной радиации является озон.

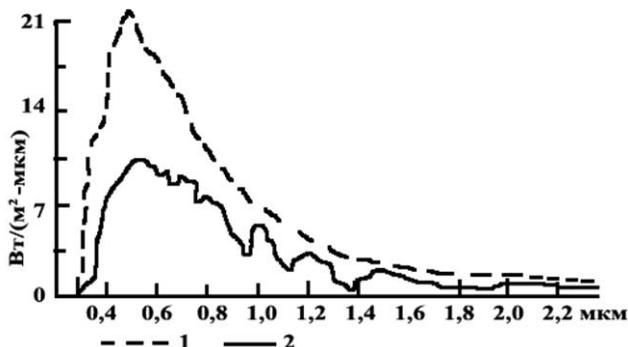


Рисунок 25 - Распределение энергии в спектре солнечной радиации на границе атмосферы (1) и у земной поверхности (2) при высоте солнца  $35^\circ$ : спектральная плотность радиации дана в  $\text{Вт}/\text{м}^2$  для интервала длин волн  $0,01 \text{ мкм}$

Озон поглощает ультрафиолетовую и видимую солнечную радиацию. Несмотря на то, что его содержание в воздухе очень мало, он настолько сильно поглощает ультрафиолетовую радиацию в верхних слоях атмосферы, что в солнечном спектре у земной поверхности волны короче  $0,29 \text{ мкм}$  вообще не наблюдаются. Сильно поглощает радиацию в инфракрасной области спектра диоксид углерода (углекислый газ), но его содержание в атмосфере мало, поэтому поглощение им прямой солнечной радиации, в общем невелико. Из газов основным поглотителем радиации в атмосфере является водяной пар, сосредоточенный в тропосфере и, особенно, в нижней ее части. Из общего потока солнечной радиации водяной пар поглощает радиацию в интервалах длин волн, находящихся в видимой и ближней к инфракрасной

области спектра. Поглощают солнечную радиацию также облака и атмосферные примеси - аэрозольные частицы, взвешенные в атмосфере. В целом на поглощение водяным паром и на аэрозольное поглощение приходится около 15 %, остальные 5 % поглощаются облаками.

Вся совокупность биохимических, физиологических реакций, протекающих при участии энергии света, носит название фотобиологических процессов. Фотобиологические процессы в зависимости от их функциональной роли могут быть условно разделены на три группы. Первая группа обеспечивает синтез биологически важных соединений (например, фотосинтез). Ко второй группе относятся фотобиологические процессы, служащие для получения информации и позволяющие ориентироваться в окружающей обстановке (зрение, фототаксис, фотопериодизм). Фототаксис — тип таксиса, свойство клеток и микроорганизмов ориентироваться и двигаться по направлению к или от источника света. Фотопериодизм - реакция организмов на суточный ритм лунной энергии, т.е. на соотношение светлого и темного периодов суток. Третья группа - процессы, сопровождающиеся вредными для организма последствиями (разрушение белков, витаминов, ферментов, появление вредных мутаций, онкогенный эффект). Известны стимулирующие эффекты фотобиологических процессов (синтез пигментов, витаминов, фотостимуляция клеточного состава).

Наиболее активной в биологическом отношении является ультрафиолетовая часть солнечного спектра. Интенсивность ультрафиолетового излучения у поверхности Земли зависит от географической широты, времени года, погоды, прозрачности атмосферы и может изменяться в широких пределах. При облачной погоде интенсивность ультрафиолетового излучения у поверхности Земли может снижаться до 80 %. За счет запыленности атмосферного воздуха эта потеря составляет от 11 до 50 %. Бактерицидное действие искусственного ультрафиолетового излучения используется также для обеззараживания питьевой воды. При этом органолептические свойства воды не изменяются, в нее не вносятся посторонние химические вещества. Чрезмерное солнечное облучение приводит к ухудшению состояния здоровья. Наиболее частым поражением глаз при воздействии ультрафиолетового излучения является фотоофтальмия, (фотоофтальмия (электроофтальмия, снежная слепота) - острое поражение (ожог) конъюнктивы и роговицы глаза ультрафиолетовым излучением) характеризующаяся гиперемией конъюнктивы, появляются слезотечение и светобоязнь. Подобные поражения встречаются за счет отражения лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах.

Длинноволновая часть солнечного спектра представлена ин-

фракрасным излучением. По биологической активности оно делится на коротковолновые с диапазоном волн от 760 до 1400 нм и длинноволновые с диапазоном волн от 1500 до 25 000 нм. Инфракрасное излучение оказывает на организм тепловое воздействие и чем короче длина волн, тем глубже проникновение их в ткани. Длинноволновое инфракрасное излучение поглощается преимущественно поверхностными слоями кожи. Воздействие инфракрасного излучения проявляется в ощущении тепла и чувства жжения и может вызвать ожоги кожи.

*Магнитосфера Земли* — это область околоземного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем Земли и его взаимодействием с источниками заряженных частиц космического происхождения. Магнитное поле Земли регулирует солнечно-земные взаимодействия, защищает ее поверхность от космических частиц высокой энергии, намагничивает горные породы и почвы, оказывает влияние на живую и неживую природу. Магнитное поле используется для ориентирования в навигации, при разведке полезных ископаемых. Внутренние области земной магнитосферы, в которых магнитное поле Земли удерживает заряженные частицы (протоны, электроны, альфа-частицы), называется радиационным поясом Земли. Выходу заряженных частиц из радиационного поля Земли мешает особая конфигурация силовых линий геомагнитного поля, создающая для заряженных частиц магнитную ловушку. Радиационные пояса Земли представляют собой опасность при длительных полетах в околоземном пространстве. Длительное пребывание во внутреннем поясе может привести к лучевому поражению живых организмов внутри космического корабля.

*Ионосфера* — ионизированная часть атмосферы на высотах выше 50 км, содержащая свободные электроны в достаточном количестве, чтобы влиять на распространение радиоволн. Ионосфера представляет собой природное образование разреженной слабоионизированной плазмы, находящейся в магнитном поле Земли и подвергающейся воздействию ионизирующего излучения Солнца. Ионосферная плазма — это среда, в которой присутствуют заряженные частицы (электроны и ионы) тепловых энергий, являющиеся результатом ионизации составляющих нейтральной атмосферы электромагнитным и корпускулярным. Верхней границей ионосферы является внешняя часть магнитосферы Земли. Благодаря ионосфере возможна радиосвязь на дальние расстояния.

*Магнитная буря* — одно из проявлений возмущений магнитосферы, которое сопровождается полярными сияниями, ионосферными возмущениями, рентгеновским и низкочастотным излучением. Маг-

нитные возмущения, охватывающие всю Землю и продолжающиеся от одного до нескольких дней, называются мировыми магнитными бурями. Геомагнитное поле влияет на живые организмы, растительный мир и человека. Магнитная буря состоит из трех фаз: начальной, главной и восстановления. Продолжительность начальной фазы может быть от 10 мин до 6 и более час. В течение этого времени магнитное поле усилено, но слабо возмущено. Главная фаза магнитной бури продолжительностью от 3 до 20 ч начинается тогда, когда плазменное облако от Солнца достигнет магнитосферы. Эта фаза характеризуется последовательностью взрывообразных процессов, называемых суббурями, связанных с вводом в магнитосферу потока энергии и плазмы из межпланетной среды. Фаза восстановления продолжительностью от 1 до 5 суток характеризуется возвращением магнитного поля к невозмущенному значению. В периоды магнитных бурь увеличивается количество сердечно-сосудистых заболеваний, ухудшается состояние больных, страдающих гипертонией.

### **12.12. Разрушение озонового слоя Земли**

Озоновый слой — слой земной атмосферы, в котором сосредоточен озон (трехатомные молекулы кислорода  $O_3$ ). Он достигает наибольшей плотности на высоте 21- 26 км. Создаваемый поступающим солнечным светом, озоновый слой впитывает большую часть солнечного ультрафиолетового излучения, таким образом, защищая от него поверхность Земли.

Основными разрушителями озона являются инертные в обычных условиях негорючие, неядовитые и несложные в производстве синтетические соединения хлорфторуглероды, которые получили широкое распространение как охлаждающие жидкости в холодильниках и кондиционерах (фреоны), растворители (тетрахлорметан, метилхлороформ, бромистый метил). Хлорфторуглероды используются также в производстве пестицидов, средств тушения пожаров, в баллончиках с аэрозолями различного назначения. Попадая в верхние слои атмосферы, эти вещества, инертные у земной поверхности, под воздействием ультрафиолетового излучения химически преобразуются, в результате чего выделяется хлор, который при столкновении с молекулой озона выбивает из нее один атом. Таким образом озон превращается в кислород, а хлор, оказавшись свободным, аналогичным образом разрушает следующую молекулу озона и так далее. Авиация, ядерное оружие, а также некоторые аэрозоли и холодильники вырабатывают химические вещества, способные расщеплять атмосферный озон, что может привести к увеличению объема ультрафиолетового излучения, дости-

гающего поверхности Земли.

Озоноразрушающие вещества — химические вещества и их смеси, разрушающие озоновый слой атмосферы. Для защиты озонового слоя от разрушения была заключена Венская конвенция, в рамках которой был принят Монреальский протокол по веществам, разрушающим озоновый слой, согласно протоколу определен порядок и нормы поэтапного снижения производства и потребления озоноразрушающих газов и веществ. В соответствии с данным Протоколом в 1996 году в развитых странах было прекращено производство фреонов, тетрахлоридов и других озоноразрушающих веществ, а в развивающихся странах прогнозировалось их прекращение с 2010 года.

В целях охраны озонового слоя атмосферы от негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности в Российской Федерации установлен перечень озоноразрушающих веществ, обращение и допустимый объем производства и потребления которых подлежит регулированию. Вводятся запреты на проектирование и строительство объектов хозяйственной и иной деятельности, осуществляющих производство озоноразрушающих веществ и содержащей их продукции.

Обращение озоноразрушающих веществ — производство, использование, транспортировка, хранение, рекуперация, восстановление, рециркуляция (рециклирование) и уничтожение, ввоз и вывоз из Российской Федерации озоноразрушающих веществ. Озоноразрушающие вещества подлежат рекуперации - извлечению, сбору и хранению этих веществ, содержащихся в машинах и оборудовании, их составных частях, контейнерах, в ходе их технического обслуживания или перед выводом их из эксплуатации. Они кроме того восстанавливаются путем обработки рекуперированных озоноразрушающих веществ путем фильтрации, сушки, дистилляции, химической обработки в целях восстановления их потребительских свойств для повторного использования. При неиспользовании озоноразрушающих веществ они подлежат уничтожению, процессу их разрушения, приводящему к их разложению или превращению в вещества, не являющиеся озоноразрушающими. Применение альтернативных технологий или оборудования позволит уменьшить или совсем устранить выбросы веществ, оказывающих или способных оказать неблагоприятное воздействие на озоновый слой. Использование альтернативны веществ уменьшат, устранят или предупредят неблагоприятное воздействие на озоновый слой [1, 23, 25].

## ГЛАВА 13. НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА АТМОСФЕРУ

Атмосферный воздух – это жизненно важный компонент окружающей среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений. Поэтому его загрязнение является одной из основных опасностей для человека и окружающей среды. Загрязнение атмосферного воздуха - поступление в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха. Окружающая среда в городах и на прилегающих к ним территориях, где проживает 74 % населения страны, подвергается существенному негативному воздействию, источниками которого являются объекты промышленности, энергетики и транспорта, а также объекты капитального строительства. В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха проживает 17,1 млн. человек, что составляет 17 % городского населения страны [8, 45, 57, 72, 76, 101].

Выбросы вредных веществ в атмосферу приводят к ее загрязнению. Источниками выбросов вредных веществ, вносящих наибольший вклад в уровень загрязнения атмосферы, являются промышленные предприятия, автомобильный транспорт и другие объекты техносферы. То есть источником выброса, а значит загрязнения атмосферы, являются сооружения, технические устройства, оборудование, которые выделяют в атмосферный воздух вредные (загрязняющие) вещества, которые подразделяются на стационарные и передвижные источники выбросов. Стационарным является источник выброса, местоположение которого определено с применением единой государственной системы координат или который может быть перемещен посредством передвижного источника. Передвижной источник - транспортное средство, двигатель которого при его работе является источником выброса. Загрязнение атмосферного воздуха также происходит и в результате трансграничного переноса вредных (загрязняющих) веществ, источник которых расположен на территории иностранного государства.

По данным Росстата и Росприроднадзора в 2016 году общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составил 31617,1 тыс. тонн, что на 1,1 % больше, чем в предыдущем году. В том числе от стационарных источников - 17349,3 тыс. тонн (на 0,3 % больше), от автотранспорта - 14104,7 тыс. тонн (на 2,1 % больше) и от железнодорожного транспорта - 163,1 тыс. тонн (на 5,7 % больше, чем в 2015 году). В 2015 году, общий объем выбросов загрязняющих веществ в

атмосферу составил 31268,6 тыс. тонн (на 0,1 % больше, чем в 2014 году), в том числе 17295,7 тыс. тонн - от стационарных источников (на 0,9 % меньше) и 13818,6 тыс. тонн (на 1,4 % больше) - от автотранспорта, от железнодорожного транспорта приходилось - 154,3 тыс. тонн (показатель практически не изменился по сравнению с 2014 годом). В 2016 году целом по России было учтено 1562 тыс. стационарных источников загрязнения воздушного бассейна, в том числе 1557 тыс. единиц – у юридических лиц, из которых организованных источников было почти 996 тыс. единиц (64,8 %). Подавляющая часть рассматриваемых поступлений загрязняющих веществ в атмосферу приходилась и приходится на организованные стационарные источники, выбросы от которых не проходят пылегазоочистные устройства. В 1990 году на них приходилось 83,1 % от всего объема выбросов этих веществ стационарными источниками, 2011 году – 87,7 %, в 2015 году – 84,1 % и в 2016 году – 83,9 % [75].

Примеси, содержащиеся в выбросах, определяют уровень загрязнения атмосферы в городах. Вредное (загрязняющее) вещество - химическое или биологическое вещество либо смесь таких веществ, которые содержатся в атмосферном воздухе и которые в определенных концентрациях оказывают вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду. Кроме веществ, к загрязнителям атмосферы относится вредное физическое воздействие на атмосферный воздух, к которым относится, вредное воздействие шума, вибрации, ионизирующего излучения, температурного и других физических факторов, изменяющих температурные, энергетические, волновые, радиационные и другие физические свойства атмосферного воздуха.

Для оценки загрязнения осуществляется совместный анализ выбросов вредных веществ, характеристик загрязнения атмосферы и метеорологических факторов, определяющих перенос и рассеивание вредных веществ в атмосфере. Показателем загрязнения атмосферы служит индекс загрязнения атмосферы, для расчета которого используются средние значения концентраций различных загрязняющих веществ, деленные на предельно-допустимые концентрации и приведенные к вредности диоксида серы.

В результате загрязнения атмосферного воздуха происходит изменение состава атмосферы, вызванное поступлением в атмосферный воздух или образование в нем вредных (загрязняющих) веществ в концентрациях, превышающих установленные государством гигиенические и экологические нормативы качества атмосферного воздуха. Качество атмосферного воздуха — это совокупность физических, химических и биологических свойств атмосферного воздуха, отражающих

степень его соответствия гигиеническим нормативам качества атмосферного воздуха и экологическим нормативам качества атмосферного воздуха.

Уровень загрязнения зависит от метеорологических условий. Неблагоприятных метеорологические условия, с точки зрения рассеивания выбросов, способствуют накоплению вредных (загрязняющих) веществ в приземном слое атмосферного воздуха. Одним из таких условий является застой воздуха, представляющий собой сочетание приземных инверсий температуры и слабой скорости ветра. Рассеивающая способность атмосферы определяется метеорологическими условиями переноса и рассеивания примесей от источника загрязнения атмосферы.

Предельно допустимая концентрация примеси в атмосфере представляет собой такое количество примеси, которая не оказывает в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущее поколение, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

Уровень загрязнения атмосферы создается в результате поступления выбросов вредных веществ от всех источников на территории города и атмосферных процессов, влияющих на перенос и рассеивание этих веществ от источников загрязнения. Атмосфера над городом или иной территорией является единым целым, она не подразделяется на отдельные изолированные объемы воздуха. Поэтому любая примесь, поступающая в атмосферу, обычно содержится в любой части рассматриваемой территории. Варьирует лишь величина ее концентрации в атмосфере.

Качество атмосферного воздуха территории формируется под влиянием сложного взаимодействия между природными и антропогенными факторами. Уровень загрязнения атмосферы при постоянных параметрах выбросов зависит от распределения температуры с высотой, скорости и направления ветра, которые определяют перенос и распространение примесей у земли и в приземном слое атмосферы. Интенсивность солнечной радиации и влажности воздуха, определяют фотохимические превращения примесей и возникновение вторичных продуктов загрязнения атмосферы, количества и продолжительности атмосферных осадков, приводящих к вымыванию примесей из атмосферы.

Рассеивающая способность атмосферы определяется метеорологическими условиями и проявляется по-разному в зависимости от параметров выбросов промышленных труб. При низких и холодных выбросах (дымовые и вентиляционные трубы) вблизи источника концен-

трация примеси мала, она увеличивается на подветренной стороне и достигает максимума на некотором расстоянии от трубы в зависимости от скорости ветра. При высоких и горячих выбросах (трубы предприятий черной и цветной металлургии, некоторых химических производств, электростанций и т.д.) распределение примесей в атмосфере зависит как от скорости и направления ветра, так и от вертикального распределения температуры воздуха. При слабом ветре концентрации примесей у земли уменьшаются за счет увеличения подъема факела и переноса примесей вверх. При сильном ветре начальный вертикальный подъем примесей уменьшается, но происходит возрастание скорости переноса примесей в горизонтальном направлении. Максимальные концентрации примесей обычно наблюдаются при некоторой "опасной" скорости ветра. Она зависит от параметров выбросов и, например, для мощного источника выбросов с перегретыми дымовыми газами относительно окружающего воздуха составляет 5 - 7 м/с, а для источника с низкой температурой выходящих газов - всего 1- 2 м/с.

Если температура с высотой падает, то летом в дневное время создаются условия для интенсивного турбулентного обмена, что приводит к возникновению в нижнем приземном слое воздуха значительных концентраций примесей, поступающих от высотных источников, и к заметным колебаниям концентраций со временем. Если в приземном слое воздуха температура с высотой растет (условия инверсии температуры), то рассеивание примесей ослабевает. В случае мощных и длительных инверсий при низких неорганизованных выбросах (выбросы от автотранспорта и др.) концентрации примесей могут существенно возрастать.

В случае приподнятых инверсий концентрации загрязняющих веществ зависят от высоты расположения источника по отношению к нижней границе инверсии. Если источник расположен выше слоя приподнятой инверсии, то примесь поступает к земной поверхности в небольших количествах. Если источник располагается ниже слоя приподнятой инверсии, то основная часть примесей концентрируется вблизи поверхности земли.

Солнечная радиация обуславливает фотохимические реакции в атмосфере и формирование различных вторичных продуктов, обладающих часто весьма токсичными свойствами. В городах с развитым автомобильным движением в ясные солнечные дни создаются условия взаимного превращения  $\text{NO}_2$  в  $\text{NO}$  с образованием озона, что способствует развитию фотохимического смога. При туманах концентрации примесей могут сильно увеличиться за счет приземной инверсии и повышенной влажности воздуха. С туманами часто связаны зимние

смоги, при которых в течение длительного времени высокие концентрации вредных примесей удерживаются в приземном слое воздуха.

На рассеивание примесей в условиях города существенно влияют высота зданий, планировка улиц, их ширина и направление. В крупных городах при длительных прояснениях погоды (антициклональный тип погоды) нередко формируется городской "остров тепла" со своей структурой циркуляции атмосферы, когда образуется устойчивый поток воздуха к центру такого острова, и все вредные примеси сосредотачиваются в обширной, образовавшейся за несколько дней, области "острова тепла". Такие условия нередко создаются в зимнее время в промышленных городах, особенно в Сибири.

Естественные топографические условия в городе также являются важными факторами, определяющими качество атмосферного воздуха. В условиях пересеченной местности, на наветренных склонах, возникают восходящие, а на подветренных - нисходящие движения. Над водоемами летом - нисходящие, а в прибрежных районах - восходящие движения. При нисходящих потоках приземные концентрации увеличиваются, при восходящих - уменьшаются. В некоторых формах рельефа, например, в котловинах, где ведутся разработки или вблизи находится низкий источник выбросов, воздух застаивается, что приводит к накоплению примесей вблизи подстилающей поверхности. В холмистой местности максимумы приземной концентрации примесей обычно больше, чем при относительно ровном рельефе.

Территория России характеризуется большим разнообразием климатических условий, определяющих потенциал загрязнения атмосферы, который определяет перенос и рассеивание примесей, поступающих в воздушный бассейн города с выбросами от предприятий и автотранспорта. Климатическими параметрами, определяющими потенциал загрязнения атмосферы, являются повторяемость, мощность и интенсивность приземных инверсий, повторяемость скорости ветра 0 - 1 м/с и застоев воздуха, продолжительность туманов. Они характеризуются значительными различиями по территории страны. Например, повторяемость приземных инверсий различается почти в 3 раза, еще в большей степени различаются повторяемости скорости ветра 0 - 1 м/с.

В целях предупреждения вредного воздействия на атмосферный воздух устанавливаются обязательные для соблюдения при осуществлении хозяйственной и иной деятельности требования охраны атмосферного воздуха. Такими мероприятиями являются:

- введение ограничения использования нефтепродуктов и других видов топлива, сжигание которых приводит к загрязнению атмосферного воздуха на соответствующей территории;

- запрет выброса в атмосферный воздух веществ, степень опасности которых для жизни и здоровья человека и для окружающей среды не установлена;

- обеспечение непревышения нормативов качества атмосферного воздуха при проектировании, размещении, строительстве, реконструкции и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности;

- установление санитарно-защитных зон для объектов в целях охраны атмосферного воздуха в местах проживания населения;

- принятие мер по уменьшению выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и их обезвреживанию;

- обеспечение при вводе в эксплуатацию новых и (или) реконструированных объектов хозяйственной и иной деятельности, осуществляющих выбросы вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, непревышения технологических нормативов выбросов и (или) предельно допустимых выбросов и вредных физических воздействий на атмосферный воздух;

- запрещение размещения и эксплуатации объектов хозяйственной и иной деятельности, которые не имеют предусмотренных, правилами охраны атмосферного воздуха, установок очистки газов и средств контроля за выбросами вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух.

- запрещение проектирования, размещение и строительство объектов хозяйственной и иной деятельности, функционирование которых может привести к неблагоприятным изменениям климата и озонового слоя атмосферы, ухудшению здоровья людей, уничтожению генетического фонда растений и генетического фонда животных, наступлению необратимых последствий для людей и окружающей среды.

- запрещение эксплуатации технологического оборудования в случае, если установки очистки газа отключены или не обеспечивают проектную очистку и (или) обезвреживание выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух;

- запрещение производства и эксплуатация транспортных и иных передвижных средств, содержание вредных (загрязняющих) веществ в выбросах которых превышает установленные технические нормативы выбросов;

- регулярная проверка транспортных и иных передвижных средств, выбросы которых оказывают вредное воздействие на атмосферный воздух, на соответствие таких выбросов техническим нормативам выбросов;

- введение ограничения на въезд транспортных и иных передвижных средств в населенные пункты, места отдыха и туризма на

особо охраняемых природных территориях и регулирование передвижения транспортных и иных передвижных средств на указанных территориях;

- запрещение хранения, захоронения и обезвреживания на территориях организаций и населенных пунктов, загрязняющих атмосферный воздух отходов производства и потребления, в том числе дурнопахнущих веществ, а также сжигание таких отходов без специальных установок.

Для защиты населения при изменении состояния атмосферного воздуха, угрожающем жизни и здоровью людей необходимо проведение следующих мероприятий. В городских и иных поселениях организуются работы по регулированию выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух в периоды неблагоприятных метеорологических условий. При получении прогнозов неблагоприятных метеорологических условий проводятся мероприятия по уменьшению выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух. В случае изменении состояния атмосферного воздуха, которое вызвано аварийными выбросами вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и при котором создается угроза жизни и здоровью человека, принимаются экстренные меры по защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Наблюдения за состоянием загрязнения атмосферного воздуха, в 2015 году осуществлялись в 249 городах на 688 станциях, при этом было выполнено 3,7 миллиона наблюдений в дискретном режиме с определением концентраций примесей в химических лабораториях и 1,2 млн. наблюдений в непрерывном режиме с учетом данных автоматических измерений. Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов сохраняется неудовлетворительным. В 9 Федеральных округах высокий и очень высокий уровень загрязнения наблюдается в 44 городах (20 % городов), большая часть из них (36) расположены в: Сибирском, Уральском и Дальневосточном Федеральных округах. В ряде городов концентрации примесей выше нормы: средние концентрации оксида углерода, оксидов азота, взвешенных веществ и формальдегида выше на 9–43 %, диоксида серы — на 50 %, бенз(а)пирена — в 3 раза. Количество городов с очень высоким уровнем загрязнения составляет 11 городов с населением 1,5 млн. жителей и все они расположены в Азиатской части России. К ним относятся два города с предприятиями цветной металлургии и целлюлозно-бумажной промышленности, один город с предприятиями химической промышленности, шесть городов с предприятиями топливно-энергетического комплекса. Максимальные концентрации при-

месей выше 10 ПДК зафиксированы в 34 городах с населением 11,7 млн. человек. Максимальные значения различных веществ составляли 11—20 ПДК, а наибольшие значения концентраций достигали: бенз(а)пирена — 61,1 ПДК и взвешенных веществ — 22,4 ПДК, формальдегида — 22,4 ПДК [66].

Тенденция изменения загрязнения воздуха за период 2011-2015 годы показывает снижение среднегодовой концентрации диоксида азота и оксида азота на 8 %, взвешенных веществ, диоксида серы и оксида углерода на 11–15 %, бенз(а)пирена — на 35 %, формальдегида — существенно не изменились. При этом суммарное количество выбросов от стационарных и передвижных источников NOx (в пересчете на NO<sub>2</sub>) за период 2011–2015 годы снизилось на 6 %. Выбросы твердых веществ и диоксида серы за тот же период также снизились на 25 и 7 % соответственно, однако выбросы оксида углерода от стационарных и передвижных источников существенно не изменились. Выбросы от стационарных источников бенз(а)пирена за тот же период снизились только на 11 %. При всем при этом отмечается увеличение выбросов формальдегида за период 2011-2015 годы на 57 %. Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет уменьшилось на 1 город.

В последнее время происходит резкое изменения концентраций бенз(а)пирена. Снижение его уровней на Европейской и Азиатской территории страны обусловлены происходящим заметным потеплением атмосферы. Однако на Юго-Востоке Забайкалье и Иркутской области при сильных морозах и высоком атмосферном давлении в антициклонах происходит появление в зимний период концентраций достигающих 61 ПДК и более.

Впервые в 2015 году представлен раздел, в котором подробно описано состояние загрязнения атмосферы в Арктической зоне Российской Федерации. Уровень загрязнения в городах Арктической зоны в основном низкий, за исключением нескольких городов. Очень высокий уровень отмечается постоянно в Норильске в связи с огромным количеством выбросов. Постоянно фиксируются концентрации диоксида серы, достигающие 10 ПДК в городе Никель, обусловленные выбросами комбината «Печенганикель» и АО «Кольская ГМК» [66].

## ГЛАВА 14. НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ГИДРОСФЕРУ

Гидросфера — водная оболочка Земли, в состав которой входят океаны и моря, воды суши, а также воды атмосферы. Вода — одно из самых распространенных на Земле химических соединений. Природные воды образуют океаны, моря, озера, реки, водохранилища, болота, ледники, в виде пара находятся в атмосфере, проникают в почву и горные породы литосферы. Без воды невозможно существование биосферы и жизни на Земле. Вода — важный компонент многих ландшафтов. Она не только элемент природной среды, но и активный геологический и географический фактор. Вода служит носителем механической и тепловой энергии, транспортирует вещества, совершает работу, благодаря своей подвижности, играет важнейшую роль в обмене веществом и энергией между геосферами и различными географическими объектами. Универсальная роль воды в природе объясняется ее своеобразными аномальными физическими и химическими свойствами. Благодаря этим свойствам вода определяет не только все процессы в водных объектах, но и многие особенности климатических, метеорологических и геоморфологических процессов на Земле. По данным ООН в Повестке дня третьего тысячелетия вода будет играть решающую роль. Если в 2000 году дефицит пресной воды, включая сельскохозяйственные и промышленные нужды, оценивался в 230 млрд.м<sup>3</sup>/год, то к 2025 году этот дефицит на планете увеличится до 1,3-2,0 трлн.м<sup>3</sup> /год. По общему объему ресурсов пресной воды Россия занимает лидирующее положение среди стран Европы - 7770,6 км<sup>3</sup> /год. Суммарные возобновляемые ресурсы пресных вод России оцениваются в размере 10803 км<sup>3</sup>/год, основной объем которых приходится на долю речного стока (45 %) и почвенные воды (33 %). В 2016 году показатель водозабора из водных объектов достигал 69,5 млрд. м<sup>3</sup>, или повысился по сравнению с предыдущим годом на 1,3 % [46, 47, 50, 58, 63, 90].

Вода используется человеком не только как необходимое средство жизнедеятельности (питьевая вода, вода в составе растительных или животных продуктов питания). Современная экономика основана на широком применении воды: получение энергии (гидроэнергетика, тепловая и атомная энергетика); необходимое условие существования сельского хозяйства, водного транспорта, добывающих отраслей промышленности, рыбного хозяйства, коммунального хозяйства, отдыха и туризма. Вода — важнейший компонент многих экосистем, причем не только водных (пресноводных, морских), но и наземных, поэтому

наличие воды — неперенное условие поддержания экологического равновесия и биоразнообразия как в водных объектах, так и на суше. Вода на Земле — это, в основном, возобновляемый природный компонент, водные ресурсы подвержены антропогенному истощению и загрязнению, поэтому водные ресурсы необходимо экономно использовать и охранять.

Большая часть воды, участвующей в круговороте веществ на Земле, представлена в виде водных объектов. Водный объект - природный или искусственный водоем, водоток либо иной объект, постоянное или временное сосредоточение вод в котором имеет характерные формы и признаки водного режима. Водный режим - изменение во времени уровней, расхода и объема воды в водном объекте. К водотокам относятся водные объекты на земной поверхности с поступательным движением воды в руслах в направлении уклона (реки, ручьи, каналы). Водоемы — это водные объекты в понижениях земной поверхности с замедленным движением вод (океаны, моря, озера, водохранилища, пруды, болота). Группу водных объектов, не укладывающихся в понятие водотоков и водоемов, составляют особые водные объекты — ледники и подземные воды (водоносные горизонты). Совокупность водных объектов в пределах территории Российской Федерации составляет ее водный фонд. Водные ресурсы - поверхностные и подземные воды, которые находятся в водных объектах и используются или могут быть использованы.

Водные объекты могут быть постоянными и временными (пересыхающими). Многие водные объекты обладают водосбором, под которым понимается часть земной поверхности и толщи почв и горных пород, откуда вода поступает к данному водному объекту. Водосборы имеются у всех океанов, морей, озер, рек. Граница между смежными водосборами называется водоразделом. Различают поверхностный (орографический) и подземный водоразделы.

Под гидрографической сетью обычно понимают совокупность водотоков и водоемов в пределах какой-либо территории. Однако правильнее гидрографической сетью считать совокупность всех водных объектов, находящихся на земной поверхности в пределах данной территории (включая ледники). Часть гидрографической сети, представленная водотоками (реками, ручьями, каналами), называется русловой сетью, а состоящая только из крупных водотоков рек - речной сетью. Речной бассейн - территория, поверхностный сток вод с которой через связанные водоемы и водотоки осуществляется в море или озеро.

В соответствии с Водным кодексом Российской Федерации [9] водные объекты в зависимости от особенностей их режима, физико-

географических, морфометрических и других особенностей подразделяются на поверхностные и подземные водные объекты.

К поверхностным водным объектам относятся: моря или их отдельные части (проливы, заливы, в том числе бухты, лиманы и другие); водотоки (реки, ручьи, каналы); водоемы (озера, пруды, обводненные карьеры, водохранилища); болота; природные выходы подземных вод (родники, гейзеры); ледники; снежники.

Поверхностные водные объекты состоят из поверхностных вод и покрытых ими земель в пределах береговой линии. Береговая линия (граница водного объекта) определяется для:

- моря - по постоянному уровню воды, а в случае периодического изменения уровня воды - по линии максимального отлива;
- реки, ручья, канала, озера, обводненного карьера - по средне-многолетнему уровню вод в период, когда они не покрыты льдом;
- пруда, водохранилища - по нормальному подпорному уровню воды;
- болота - по границе залежи торфа на нулевой глубине.

К подземным водным объектам относятся бассейны подземных вод и водоносные горизонты [31]. Водоносные горизонты по порядку расположения сверху вниз по разрезу от земной поверхности в классифицируются на:

- первый водоносный горизонт (водоносный горизонт, расположенный на участке недр первым от поверхности земли, залегающий на водоупорном горизонте);
- второй водоносный горизонт (водоносный горизонт, расположенный на участке недр вторым от поверхности земли, перекрытый водоупорным горизонтом и залегающий на водоупорном горизонте);
- иные (третий и более глубокие, следующие по порядку) водоносные горизонты (водоносные горизонты, последовательно расположенные ниже второго водоносного горизонта, разделенные между собой водоупорными горизонтами).

По наличию или отсутствию гидравлической связи с поверхностными водными объектами, водоносные горизонты классифицируются на имеющие и не имеющие гидравлическую связь с поверхностными водными объектами. По возможности использования водоносных горизонтов в качестве источников централизованного водоснабжения они подразделяются на используемые и не используемые в качестве источников централизованного водоснабжения.

Исходя из условий предоставления водных объектов в пользование водопользование подразделяется на совместное и обособленное водопользование. Обособленное водопользование может осуществляться на водных объектах или их частях, находящихся в собственно-

сти и исключает использование водных объектов или их частей другими пользователями, а также для осуществления аквакультуры (рыбоводства).

По способу использования водных объектов водопользование подразделяется на:

- водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов при условии возврата воды в водные объекты;
- водопользование с забором (изъятием) водных ресурсов из водных объектов без возврата воды в водные объекты;
- водопользование без забора (изъятия) водных ресурсов из водных объектов.

Водные объекты могут использоваться для различных целей: питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения; сброса сточных, в том числе дренажных, вод; в качестве водохранилищ; производства электрической энергии; водного и воздушного транспорта; сплава древесины; лечебных, оздоровительных и рекреационных целей; охоты, рыболовства и аквакультуры (рыбоводства); разведки и добычи полезных ископаемых; проведения строительных, дноуглубительных, взрывных, буровых и других работ; обеспечения пожарной безопасности; в местах традиционного проживания и традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов.

Нерациональное использование вод может привести к их истощению - постоянному сокращению запасов и ухудшению качества поверхностных и подземных вод. Для защиты гидросферы выполняется охрана водных объектов с выполнением системы мероприятий, направленных на сохранение и восстановление водных объектов.

Признаками загрязнения водных объектов является наличие визуально наблюдаемых явлений, необычайных для данного водоема или водотока, и свидетельствующие о его загрязненности:

- гибель рыбы и других водных организмов, земноводных и растений;
- выделение пузырьков донных газов;
- появление повышенной мутности, посторонних окрасок, запаха, цветения воды, пены, пленки и других посторонних предметов.

Загрязнение воды - поступление в водный объект загрязняющих веществ, микроорганизмов, тепла или токсичных веществ. Загрязненность вод – это содержание загрязняющих воду веществ, микроорганизмов и тепла, вызывающее нарушение требований к качеству воды. Наличие в воде загрязняющих веществ вызывает нарушение норм качества воды. Качество воды: характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования. Классификация качества воды: условное разделение всего диапа-

зона состава и свойств воды водных объектов в условиях антропогенного воздействия на различные классы качества с постепенным переходом от 1 класса вод наилучшего качества до 5 класса наихудшего качества для конкретных видов водопользования

Ситуация с качеством воды в водных объектах зависит, в первую очередь от сбросов промышленных и бытовых сточных вод, поверхностных стоков вод с сельскохозяйственных угодий. Так, 19 % сточных вод сбрасывается в водные объекты без очистки, 70 % - недостаточно очищенными и только 11 % - очищенными до установленных нормативов допустимых сбросов. Сброс неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод является причиной загрязнения поверхностных и подземных вод, накопления в донных отложениях загрязняющих веществ, деградации водных экосистем. Это приводит к тому, что от 30 до 40 % населения страны регулярно пользуются водой, не соответствующей гигиеническим нормативам. Вследствие загрязнения питьевой воды химическими веществами и микроорганизмами увеличивается риск смертности (в среднем на 11 тыс. случаев ежегодно) и заболеваемости населения (в среднем на 3 млн. случаев ежегодно) [8].

Источник загрязнения вод: источник, вносящий в водные объекты, загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло. Зона влияния источника загрязнения: часть водоема или водотока, в которой превышаются фоновые значения показателя качества воды, но нарушение норм качества не наблюдается. Зона загрязненности водоема или водотока это часть водоема или водотока, в которой нарушены нормы качества воды по одному или нескольким показателям.

Высокое загрязнение водоема или водотока - явление, характеризующееся разовым увеличением содержания нормируемых веществ в воде водоема или водотока. Оно характеризуется следующими градациями превышения ПДК загрязняющих веществ:

- для веществ 1 и 2 классов опасности их содержание превышает ПДК от 3 до 5 раз;
- для веществ 3 и 4 классов опасности их содержание превышает ПДК от 10 до 50 раз;
- для нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, железа, марганца их содержание превышает ПДК от 30 до 50 раз.

Кроме того, высокое загрязнение характеризуется следующими показателями:

- биохимическое потребление кислорода увеличивается до значений от 10 до 40 мг/куб. дм;
- концентрация растворенного кислорода снижается до значений от 3 до 2 мг/куб. дм.

Высокое загрязнение характеризуется также наличием нефтяной или масляной пленки, покрывающей от 1/4 до 1/3 поверхности водоема или водотока, если его обозримая площадь до 6 км<sup>2</sup>, или покрывающей от 1 до 2 км<sup>2</sup> поверхности, если его площадь более 6 км<sup>2</sup>.

Мониторинг поверхностных вод суши является составной частью государственного мониторинга окружающей среды, осуществляемого государственной службой наблюдений за состоянием окружающей среды. В рассматриваемом аспекте она выполняет наблюдения за состоянием и загрязнением вод.

Основными задачами наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши являются:

- проведение регулярных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши, оценка и прогнозирование происходящих в воде изменений;

- обеспечение сбора, обработки, обобщения и хранения сведений, полученных в результате наблюдений;

- обеспечение предоставления органам власти, юридическим и физическим лицам текущей, экстренной или прогностической информации о состоянии поверхностных вод суши;

- представление необходимой информации в Единый государственный фонд данных о состоянии окружающей среды, ее загрязнении.

Наблюдения за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши и донных отложений по гидрохимическим (физическим и химическим), гидрологическим, гидробиологическим и токсикологическим показателям осуществляют организации наблюдательной сети Росгидромета, являющейся составной частью государственной наблюдательной сети.

Система наблюдений должна соответствовать задачам охраны здоровья населения, защиты окружающей среды, соблюдения экологической безопасности и при этом обеспечивать:

- непрерывное и своевременное получение и доведение информации до потребителя;

- единство нормативно-методического обеспечения получения, сбора, обработки, хранения, передачи данных, создания и ведения банков данных о состоянии поверхностных вод суши, их загрязнении и распространения полученной в результате наблюдений информации;

- открытость, возможность обмена информацией и включения в нее данных других ведомственных систем.

Наблюдательная сеть подразделяется на основную и дополнительную. Основная наблюдательная сеть представляет собой минимально необходимую с точки зрения научной, хозяйственной и эконо-

мической целесообразности сеть, предназначенную для изучения режима и состояния поверхностных вод суши, их загрязнения по стране в целом или по крупным ее регионам. Дополнительная предназначена для решения локальных задач по изучению состояния поверхностных вод суши, их загрязнения в особых физико-географических и климатических районах. Наблюдательная сеть базируется на наземных пунктах наблюдений. Возможно использование дистанционных средств контроля (в особенности для проведения оперативных наблюдений).

В основе организации и проведения наблюдений лежат следующие основные принципы: комплексность и систематичность наблюдений; согласованность сроков их проведения с характерными фазами гидрологического режима водных объектов; определение состава и свойств воды едиными или сопоставимыми методиками.

Комплексность наблюдений обеспечивается одновременностью проведения наблюдений по гидрохимическим, гидрологическим, гидробиологическим показателям и определением в донных отложениях таких загрязняющих веществ, как хлорорганические пестициды, нефтяные углеводороды, полициклические ароматические углеводороды и тяжелые металлы.

Набор определяемых в поверхностных водах суши и донных отложениях показателей дополнен токсикологическими (биотестовыми) показателями. В зависимости от целей наблюдения подразделяются на следующие виды: режимные; фоновые; специальные; оперативные.

Цель режимных наблюдений, поставляющих основную информацию о качестве поверхностных вод суши:

- получение систематической информации о состоянии поверхностных вод суши, уровне их загрязненности по гидрохимическим, гидрологическим и гидробиологическим показателям;

- предоставление государственным органам и заинтересованным организациям информации и прогнозов о загрязненности воды водных объектов и экстренной информации о резких изменениях загрязненности воды.

Цель фоновых наблюдений - изучение медленных изменений состояния поверхностных вод суши страны. Получаемые данные являются фоном для режимных наблюдений, определяющих сезонные, годовые и межгодовые изменения. Фоновые наблюдения, кроме наблюдений в отдельных биосферных заповедниках, проводятся по программе режимных наблюдений и этот вид наблюдений может быть охарактеризован как специальный на базе режимных. В целом, такая постановка работ вполне допустима, хотя и приводит к некоторой избыточности наблюдений для этого вида.

Специальные наблюдения проводятся для решения конкретных задач и их цели индивидуальны для каждого подвида этих наблюдений и определяют состав выполняемых работ.

Оперативные наблюдения предназначены для оперативного выявления (обнаружения) опасных ситуаций, вызываемых аварийным загрязнением водных объектов или их участков. Они проводятся с целью:

- своевременного выявления резких изменений состояния водных объектов (участков), которые могут привести к существенному экономическому и экологическому ущербу;
- предварительного определения масштабов изменений, причины их возникновения и возможных последствий;
- выдачи оперативной информации об опасном явлении и рекомендациях по оперативным мероприятиям, направленным на защиту водной экосистемы.

Оперативные наблюдения базируются на режимных наблюдениях с дополнительным оперативным проведением комплекса работ в случае выявления чрезвычайных ситуаций.

Каждый из видов наблюдений базируется на своей сети пунктов наблюдений, предназначенной для выполнения поставленных задач. Можно использовать один пункт для решения задач нескольких видов наблюдений. В зависимости от этого пункты наблюдений подразделяются на целевые и многоцелевые.

В целях охраны водных объектов от загрязнения и засорения запрещается:

- сброс в водные объекты и захоронение в них отходов производства и потребления, в том числе выведенных из эксплуатации судов и иных плавучих средств (их частей и механизмов);
- проведение на водном объекте работ, в результате которых образуются твердые взвешенные частицы (допускается только в соответствии с требованиями законодательства Российской Федерации);
- захоронение в водных объектах ядерных материалов, радиоактивных веществ;
- сброс в водные объекты сточных вод, содержание в которых радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений превышает нормативы допустимого воздействия на водные объекты;
- проведение на основе ядерных и иных видов промышленных технологий взрывных работ, при которых выделяются радиоактивные и (или) токсичные вещества, на водных объектах;

Захоронение в морях или их отдельных частях донного грунта допускается в соответствии с международными договорами и законо-

дательством Российской Федерации. Меры по предотвращению загрязнения водных объектов вследствие аварий и иных чрезвычайных ситуаций и по ликвидации их последствий определяются законодательством. Содержание радиоактивных веществ, пестицидов, агрохимикатов и других опасных для здоровья человека веществ и соединений в водных объектах не должно превышать соответственно предельно допустимые уровни естественного радиационного фона, характерные для отдельных водных объектов, и иные установленные в соответствии с законодательством нормативы. Запрещаются загрязнение и засорение болот отходами производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами. Осушение либо иное использование болот или их частей не должно приводить к ухудшению состояния неиспользуемых частей этих болот, других водных объектов и к истощению вод. Несанкционированный сброс сточных вод на ледники, снежники, а также загрязнение ледников, снежников отходами производства и потребления, загрязнение их нефтепродуктами, ядохимикатами и другими вредными веществами запрещаются. Забор (изъятие) льда из ледников не должен оказывать негативное воздействие на состояние водных объектов и приводить к истощению вод.

На водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются или могут быть использованы для целей питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, не допускается размещать объекты размещения отходов производства и потребления, кладбища, скотомогильники и иные объекты, оказывающие негативное воздействие на состояние подземных вод. Использование сточных вод для орошения и удобрения земель может осуществляться в соответствии с санитарным законодательством. В случае, если при использовании недр вскрыты водоносные горизонты, необходимо принять меры по охране подземных водных объектов. Не допускается ввод в эксплуатацию объектов, предназначенных для орошения и удобрения земель сточными водами, без создания пунктов наблюдения за водным режимом и качеством воды в водных объектах. Проектирование прямоточных систем технического водоснабжения не допускается.

Ввод в эксплуатацию объектов, предназначенных для транспортирования, хранения нефти и (или) продуктов ее переработки, без оборудования таких объектов средствами предотвращения загрязнения водных объектов и контрольно-измерительной аппаратурой для обнаружения утечки указанных веществ запрещается.

При эксплуатации водохозяйственной системы запрещается:

- осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, не под-

вергшихся санитарной очистке, обезвреживанию (исходя из недопустимости превышения нормативов допустимого воздействия на водные объекты и нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водных объектах);

- производить забор (изъятие) водных ресурсов из водного объекта в объеме, оказывающем негативное воздействие на водный объект;

- осуществлять сброс в водные объекты сточных вод, в которых содержатся возбудители инфекционных заболеваний, а также вредные вещества, для которых не установлены нормативы предельно допустимых концентраций.

Водопользователи, использующие водные объекты для забора (изъятия) водных ресурсов, обязаны принимать меры по предотвращению попадания рыб и других водных биологических ресурсов в водозаборные сооружения, осуществлять мероприятия по предотвращению загрязнения грунтовых вод и подъема их уровня. Орошение, в том числе с использованием сточных вод, качество которых соответствует требованиям нормативов допустимого воздействия на водные объекты, осушение и другие мелиоративные работы должны проводиться одновременно с осуществлением мероприятий по охране окружающей среды, по защите водных объектов и их водосборных площадей.

Водопользователи, использующие водные объекты для обеспечения технологических нужд теплоэнергетики и атомной энергетики, обязаны соблюдать температурный режим водных объектов. Использование водных объектов для целей производства электрической энергии гидроэнергетическими объектами осуществляется с учетом интересов других водопользователей, соблюдения требований к использованию и охране водных объектов, требований к сохранению водных биологических ресурсов и других объектов животного и растительного мира, требований о предотвращении негативного воздействия вод и ликвидации его последствий. Для обеспечения безопасного и безаварийного функционирования, безопасной эксплуатации гидроэнергетических объектов в акваториях водных объектов, на участках береговой полосы (в том числе участках примыкания к гидроэнергетическим объектам), участках поймы устанавливаются охранные зоны с особыми условиями водопользования и использования участков береговой полосы (в том числе участков примыкания к гидроэнергетическим объектам).

При реализации, связанной с поверхностными водами суши деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на их состояние, осуществляется в соответствии с требованиями водного законодательства, законодательства в области охраны окружающей среды, обязательно принимаются меры по предотвращению

загрязнения, засорения водных объектов и истощения вод. Также соблюдаются установленные нормативы допустимого воздействия на поверхностные воды суши.

Антропогенные воздействия на водные экосистемы приводят к негативным изменениям, наиболее сильно выраженным в сообществах донных организмов и формированию токсических загрязнений донных отложений водных объектов. Важнейшим фактором, вызывающим деградацию донных сообществ и возникновение чрезвычайных ситуаций, является загрязнение токсичными химическими веществами, которые депонируются в осадках и становятся источником потенциальной опасности для экосистемы водного объекта. Под их влиянием экосистема становится неустойчивой, из ее состава выпадают наиболее чувствительные к токсическому загрязнению виды организмы, в том числе ценные промысловые виды, разрушается их кормовая база, места нереста и миграции. Начинается процесс деградации водного объекта, ухудшается качество воды, и он теряет свое хозяйственное значение [58].

Оценка загрязнения донных отложений водных объектов токсичными химическими веществами может осуществляться с помощью химического анализа концентраций в пробе и биотестирования токсичности, которая позволяет определить интегральную токсичность, обусловленную совокупностью всех присутствующих в пробе токсичных химических веществ и их метаболитов. Оценка токсичности воды и донных отложений с помощью биотестирования реализуется на основе принципов организации и проведения режимных наблюдений и оперативных работ в системе мониторинга поверхностных вод суши. Использование этого метода позволит проводить работы по оценке токсичности (выявлению наличия и определению степени токсичности) и уровня токсического загрязнения донных отложений водного объекта, выделению участков накопления токсичных загрязняющих веществ в донных отложениях и оценке влияния источников загрязнения на состояние донных отложений. В комплексе с химическим и гидробиологическим анализом биотестирование позволит оценивать эколого-токсикологическое состояние водных объектов.

Загрязнение токсичными химическими веществами является одной из главных причин негативных последствий антропогенного загрязнения природных сред. Присутствие токсичных веществ в водной среде приводит к гибели всего живого, выпадению из состава природных сообществ организмов - обитателей чистых зон и замене их эврибионтными видами. Токсичность воды (сточной или загрязненной поверхностей воды суши) вызывает развитие патологического процесса или гибель живых организмов. Однако не только загрязнение воды, но и загрязне-

ние донных отложений, и накопление в них токсичных загрязняющих веществ представляет опасность для всей водной экосистемы.

Накопление загрязняющих веществ в донных отложениях связано с оседанием на дно химических веществ, поступающих в водный объект и находящихся определенное время в растворенном состоянии. Помимо этого, оно происходит в ходе химического осаждения трудно-растворимых соединений микроэлементов, сорбции их на взвешенных частицах, поглощения водной растительностью и последующего вторичного загрязнения в результате отмирания растительности и накопления органических остатков в придонных слоях. В результате обмена в системе вода - дно в придонные слои воды поступают загрязняющие вещества, и зона вторичного загрязнения может занимать значительную часть воды, особенно зимой.

Процесс накопления, поведение и токсическое действие загрязняющих веществ в донных отложениях обусловлено многими факторами. К ним относятся: природа и физико-химические свойства веществ; тип грунта; кислородный режим; содержание органических веществ; рН воды и грунта; окислительно-восстановительный потенциал; жесткость воды; характер водообмена; температурный режим; участие живых (бентос-совокупность организмов, обитающих на грунте и в грунте дна водоемов) организмов, в особенности микроорганизмов в метаболизме водной экосистемы и т.д. Эти зависимости весьма сложны и многокомпонентные.

Большую роль в проявлении токсических эффектов играют сезонные колебания влияющих факторов и их параметры. Сезонные изменения концентрации кислорода в придонном слое воды вызывают сопряженные изменения окислительно-восстановительных условий в донных отложениях, изменения интенсивности и направленности сорбционных процессов. Температурный режим, состав воды придонных слоев, содержание кислорода и окислительно-восстановительные условия существенно зависят от интенсивности перемещения водных масс в годичном цикле.

Уровень концентраций и интенсивность накопления химических веществ в донных отложениях существенно зависят от типа донных отложений и их гранулометрического состава. С уменьшением размера частиц в осадках увеличивается концентрация многих загрязняющих веществ: алюминия, железа, марганца и других элементов. В фракциях менее 0,01 мм в глинистых илах сконцентрировано более 80 % микроэлементов, в песчаных – около 40 %.

Характерной особенностью антропогенного загрязнения донных отложений является неоднородность в пространстве - пятнистость, что

является важным обстоятельством, определяющим выбор репрезентативных участков отбора проб. Донные отложения могут стать токсичными не только вследствие антропогенного загрязнения, но и в результате появления в воде продуктов жизнедеятельности определенных групп гидробионтов, которые могут быть токсичными для других водных организмов. А также вследствие размывания и геологических процессов, дноуглубительных и строительных работ, добычи полезных ископаемых и строительных материалов - песка, гравия и так далее. Токсичность донных отложений для гидробионтов является более опасной, чем токсичность воды, поскольку она проявляется в течение более длительного времени.

В общем виде воздействие токсичного вещества на организм описывается двумя основными параметрами: концентрацией и временем воздействия (экспозицией). Именно эти параметры определяют степень влияния токсичного вещества на организм. Эффект будет увеличиваться с возрастанием величины воздействия (концентрации вещества) и (или) его продолжительности. Не все организмы одинаково реагируют на одно и то же воздействие. Реакция зависит от чувствительности к воздействию. Чувствительность организма к токсичному веществу - это совокупность реакций на его воздействие, характеризующих скорость и степень реагирования организма. Чувствительные организмы быстрее реагируют на малые концентрации по сравнению с менее чувствительными (резистентными, устойчивыми) организмами. Чувствительность характеризуется такими показателями, как время начала проявления отклика (реакции) или концентрация токсичного вещества, при которой проявляется реакция; она существенно отличается не только у разных видов организмов, но и у разных индивидуумов (особей) одного вида. При малых концентрациях или экспозициях эффект воздействия проявляется у наиболее чувствительных организмов, то есть наименее устойчивых к воздействию. По мере увеличения концентрации или экспозиции число устойчивых организмов падает и почти все организмы имеют четко выраженные эффекты токсического воздействия.

В настоящее время остается актуальной проблема состояния загрязнения водных объектов поверхностных вод [65]. Ухудшение экологической ситуации обусловлено преимущественным развитием топливно-энергетических отраслей промышленности, отсутствием или ограниченным использованием природосберегающих и энергосберегающих технологий. Основными факторами, определяющими гидрохимический режим поверхностных вод, являются климатические условия, геологическое и геоморфологическое строение территории, характер почв и растительного покрова, также в значительной мере антропогенное воз-

действие неочищенных и загрязненных сточных вод многочисленных предприятий различной хозяйственной направленности. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод является основной причиной возникновения чрезвычайных экологических ситуаций, вызванных периодическим накоплением в водной среде большого набора загрязняющих веществ. По сбросам загрязняющих веществ, по их количеству и компонентному составу, в каждом гидрографическом районе преобладают предприятия разных видов промышленности. Чаще всего это предприятие металлургической, целлюлозно-бумажной, химической, фармацевтической, оборонной промышленности. А также, предприятия энергетики, жилищно-коммунального хозяйства, стоки сельскохозяйственных предприятий. Многие годы гидролого-экологическое состояние речных экосистем Европейской и Азиатской территорий России формируется под влиянием внешних и внутрисистемных природных и антропогенных факторов, к которым относятся регулирование речного стока, дноуглубление, разработка карьеров на акватории, гидротехническое строительство, тепловое и химическое загрязнение за счет сброса сточных вод, смыв с поверхности суши.

Поступление в водные объекты сточных вод большинства видов промышленного и коммунального хозяйства является главной причиной их загрязнения минеральными, биогенными и органическими веществами, многие из которых токсичны, а отдельных водных объектов, в первую очередь, водохранилищ – эвтрофирования, сопровождающегося изменением экосистем. Эвтрофирование водоемов - повышение уровня первичной продукции вод благодаря увеличению в них концентрации биогенных элементов, главным образом азота и фосфора. Интенсивное развитие растений приводит к накоплению органического вещества, которое, вследствие неполной минерализации, накапливается в водоеме. Переход водоемов к эвтрофному состоянию связан накоплением в них донных отложений и уменьшением водной толщи, в которой при прежней скорости поступления биогенных элементов возрастает их концентрация.

Современный уровень очистки сточных вод недостаточен, даже в водах, прошедших биологическую очистку, содержится количество нитратов и фосфатов вполне достаточное для роста и развития многих водорослей. Поскольку практически вся производственная и бытовая деятельность человека связана с потреблением значительных объемов чистой воды и сбросом загрязненных вод в водные объекты, сточные воды большинства видов промышленности являются мощным источником разнообразных биогенных и органических веществ.

Существенное влияние на содержание биогенных, органических

веществ и пестицидов оказывают стоки с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм. Вносимые под сельскохозяйственные культуры удобрения вымываются с поверхностным и внутрипочвенным стоком. Сельское хозяйство является мощным источником биогенных и органических веществ, поступающих в природные воды как за счет поверхностного стока, атмосферных осадков с сельскохозяйственных угодий, так и обогащения внутрипочвенного стока, затопления пойм, используемых для целей животноводства, попадания в водоемы его отходов. Особенно резко негативное влияние хозяйственной деятельности сказывается на состоянии малых рек, многие из которых обмелели, заросли тростником, русла их в значительной степени утратили пропускную и дренирующую способность.

Возрастание антропогенного влияния на природную среду сопровождается трансформированием материкового стока химических веществ в моря и океаны. Трансграничный перенос оксидов серы и азота и возрастание их концентрации в атмосфере за счет антропогенных источников привели к распространению процессов закисления континентальных и водных экосистем на обширные территории. При современных масштабах антропогенных влияний на биосферу качество поверхностных вод формируется не только в результате функционирования естественных экологических систем, но и за счет производственной деятельности. Значительное антропогенное воздействие нарушило естественный гидрохимический режим многих водных объектов разной категории – межгодовую, внутригодовую, пространственную изменчивость содержания растворенного в воде кислорода, легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub> O<sub>2</sub>- биохимическое потребление кислорода за 5 суток), органических веществ (по ХПК - химическое потребление кислорода), аммонийного и нитритного азота, соединений минерального и органического фосфора, соединений меди, цинка, железа и др.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами поверхностных вод на протяжении нескольких десятилетий являются органические вещества (по ХПК), соединения меди, марганца, железа, фенолы, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), соединения цинка, нефтепродукты. Превышение ПДК, по которым было значительным, колеблясь из года в год то в меньшую, то в большую сторону и в 2015 году соответственно составляло от 74 % до 22 %. Превышения ПДК минеральных форм азота также были значительными и составляли: аммонийного азота – 21 %, нитритного – 25 %. Наиболее высокий уровень загрязненности воды водных объектов в 2015 году отмечен по нефтепродуктам, соединениям марганца, меди, железа, цинка, магния, сульфатам, хлоридам, аммонийному азоту, по которым

наблюдала превышение от 10 до 100 ПДК. По соединениям кадмия, никеля, нитритному азоту, легкоокисляемым органическим веществам (по БПК<sub>5</sub>), фенолам наблюдали превышение 10, 30 и 50 ПДК. По дитиофосфату крезоловому, соединениям алюминия превышение составляло 10 и 30 ПДК, а по фосфатам, соединениям молибдена, свинца, ртути, бора, лигносульфонатам - 10 ПДК.

По-прежнему для отдельных регионов характерно содержание в воде водных объектов специфических загрязняющих веществ в концентрациях, превышающих ПДК: лигносульфонатов; в концентрациях, достигающих или превышающих уровень высокого загрязнения и экстремально высокого загрязнения: сульфидов и сероводорода, хлорорганических пестицидов, соединений ртути, свинца.

В 2015 году на водных объектах России отмечено 517 створов с высоким уровнем загрязненности воды. Анализ динамики качества поверхностных вод за период 2014-2015 годы показал, что в 2015 году по сравнению с предыдущими годами качество воды на водных объектах с высоким уровнем загрязненности продолжало изменяться в лучшую сторону. В 2013 году число створов на водных объектах Российской Федерации, в воде которых содержание одного или более ингредиентов превышало 10 ПДК, составляло 636 створов. Число таких створов уменьшилось в 2014 году на 52, в 2015 году на 66. В этих створах содержание химических веществ в воде в 2015 году ни по одному ингредиенту или показателю качества воды на 66 створах не превышало 10 ПДК. Наибольшее число таких створов (35) отмечено в Тихоокеанском гидрографическом районе: в бассейнах Амура и Охотского моря, в воде рек Сахалина и полуострова Камчатка; в Карском гидрографическом районе: в бассейнах Оби – 6, Иртыша – 4, Енисея – 6, Ангары – 2; в Каспийском гидрографическом районе в бассейне Камы – 13. В 2015 году из 517 створов с высоким уровнем загрязненности качество воды улучшилось на 41 створе (из них на 19 створах водных объектов малой категории, на 12 створах средней категории, на 10 створах большой категории); ухудшилось на 36 створах (из них на 22 створах водных объектов малой категории, на 8 створах средней категории, на 6 створах большой категории); не претерпело существенных изменений на 440 створах (из них на 213 створах водных объектов малой категории, на 134 створах средней категории, на 93 створах большой категории).

Ряд водные объекты, расположенных на территории отдельных федеральных округов, требуют неотложных водоохранных мероприятий, вода этих водных объектов в течение десятилетий остается в крайне неудовлетворительном состоянии и характеризуется 4-м и 5-м классами качества, как "грязная", либо "экстремально грязная". Число таких ство-

ров составляло : в 2008 году – 80, 2009 году – 77, 2010 году – 82, 2011 году – 87, 2012 году – 81, 2013 году – 77, 2014 году – 77, 2015 году – 77).

Россия обладает самой крупной арктической территорией и, соответственно, крупнейшим массивом вечной мерзлоты, высокочувствительным к негативным техногенным воздействиям. Арктика характеризуется очаговым характером промышленной деятельности, обусловленным наличием самой крупной в мире территории, незатронутой хозяйственной деятельностью, которая является мощным естественным регулятором окружающей среды в Северном полушарии. В процессе хозяйственного освоения Арктики возрастает техногенная нагрузка на все составляющие окружающей среды, в том числе и на поверхностные воды, что обуславливает глубокую деформацию арктических экосистем в местах расположения промышленных предприятий и наносит значительно больший урон, чем при равных условиях в южных зонах.

Большое отрицательное влияние на поверхностные воды и в целом на окружающую среду оказывают аварии техногенного характера, потенциальным источником которых являются нефтебазы, склады горюче-смазочных материалов расположенные, как правило, в водохранных зонах. Добыча и транспортировка углеводородного сырья в арктической зоне создают мощное антропогенное воздействие не только на экосистемы суши, но и через систему стока оказывают заметное влияние на морские экосистемы Арктики.

Суммарная нагрузка поступающих загрязняющих веществ со сточными водами предприятий различной направленности, сосредоточенных в Арктическом бассейне наносит значительный ущерб не только речным бассейнам, но и представляет серьезную угрозу хронического загрязнения северных морей.

Загрязняющие вещества поступают из источников, находящихся далеко за пределами Арктического региона, за счет дальнего переноса с воздушными, морскими и речными потоками. Арктику отличает высокая уязвимость природной среды, включая поверхностные воды, к антропогенному воздействию, замедленной скорости восстановления естественных природных экосистем и она в большей степени, чем другие регионы подвержена влиянию глобальных климатических изменений.

На современном этапе большая часть поверхностных вод Арктической зоны характеризуется удовлетворительным 3-м классом качества, на Кольском полуострове ряд водных объектов, не подверженных антропогенным воздействиям, оценивается 2-м классом качества – "слабо загрязненная" вода. Вместе с тем, следует отметить высокий уровень загрязненности воды в многолетнем плане на территории Ямало-Ненецкого округа – рек Надым, Пур, Таз, приустьевых участков реки Обь.

## ГЛАВА 15. НЕГАТИВНЫЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЛИТОСФЕРУ

Почвы являются одним из важных компонентов природной среды, неотъемлемой частью среды обитания человека, растений и животных, основой осуществления хозяйственной и иной деятельности. Почвы — это естественный или измененный в результате хозяйственной и иной деятельности поверхностный слой земли, состоящий из минеральных и органических веществ, воды, воздуха, почвенных организмов и продуктов их жизнедеятельности, обладающий плодородием, структурой и свойствами, необходимыми для существования растений и животных, жизнеобеспечения и деятельности человека. Литосфера не обладает свойством быстрого рассеивания попадающих в нее извне загрязнителей [33, 51, 60, 62, 95].

Почвы характеризуются различным состоянием и качеством. Состояние почв отражается совокупностью показателей, характеризующих состав, строение и свойства почв. Под качеством почв понимается совокупность свойств почв, определяющая характер и эффективность участия почв в обеспечении благоприятной среды для обитания человека, растений и животных. При оценке почв большое значение имеет ее плодородный слой, к которому относится верхний слой почвы, обладающий благоприятными для роста растений свойствами. Негативное воздействие приводит к загрязнению почвы, выражающееся в накоплении в ней веществ и организмов в результате антропогенной деятельности в таких количествах, которые превышают нормативы качества и допустимого воздействия на почвы, понижают технологическую, питательную и санитарно - гигиеническую ценность выращиваемых культур и качество других природных объектов, вызывая деградацию, истощение, фитотоксичность и нарушение почв.

Практически во всех регионах страны сохраняется тенденция к ухудшению состояния земель и почв. Основными негативными процессами, приводящими к деградации земель, почв, изменению среды обитания растений, животных и других организмов, являются водная и ветровая эрозия, заболачивание, подтопление земель, переувлажнение, засоление и осолонцевание почв. Более половины общей площади сельскохозяйственных угодий страны подвержено этим процессам в полной мере. Не выполняются мероприятия по рекультивации земель, нарушенных при строительстве, а также при разработке месторождений полезных ископаемых. Общая площадь загрязненных земель, находящихся в обороте, составляет около 75 млн. гектаров. Площадь нарушенных земель, утративших свою хозяйственную ценность или оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, состав-

ляет более 1 млн. гектаров. Опустынивание земель в той или иной мере наблюдается в 27 субъектах Российской Федерации на территории площадью более 100 млн. гектаров.

Деградация почв - ухудшение структуры и свойств почв, характеризующееся снижением плодородия и разрушением почв, вследствие загрязнения, подтопления, заболачивания, засоления или иных негативных изменений в почвах. Истощение почв - изменение структуры и свойств почв, характеризующееся уменьшением содержания питательных веществ, приводящим к снижению их плодородия. Фитотоксичность почвы - способность почв оказывать угнетающее действие на растения, приводящее к нарушению физиологических процессов, ухудшению качества растительной продукции и снижению ее выхода. Нарушение почв - частичное или полное разрушение, физическое (механическое) уничтожение почв.

Нормативы качества почвы - показатели, характеризующие состав, строение и свойства почв, при которых они сохраняют способность выполнять свои функции. Нормативы допустимого воздействия на почвы - показатели воздействия хозяйственной и иной деятельности на почвы, при которых соблюдаются нормативы качества почв, которые не приведут к превышению нормативов допустимой антропогенной нагрузки на почвы. Нормативы допустимой антропогенной нагрузки на почвы - показатели комплексного воздействия различных видов хозяйственной и иной деятельности на почвы, при котором обеспечивается способность почв выполнять свои функции.

Загрязнение почв заключается в поступлении в почвы и накопление в них вредных химических, радиоактивных веществ, микроорганизмов, которые ухудшают качество почв, негативно воздействуют на другие компоненты природной среды и окружающую среду в целом. Оно вызывается опасными для почвы веществами, которые вследствие их свойств, количества или концентраций отрицательно влияют на функции почв и на их использование. Поступление загрязняющих веществ происходит путем перемещения вещества в почву из другого объекта окружающей среды и точечных, рассеянных и неточечных источников.

К точечным источникам относятся стационарные источники ограниченного размера, которыми могут быть, например, край дымовой трубы, случайные сбросы, отвалы отходов, выбросы на промышленных площадках, большие утечки из трубопроводов сточных вод и других трубопроводов. Поступление из точечного источника может быть причиной появления как локально загрязненных участков, так и однородно загрязненных участков. При поступлении из рассеянного источника и из

неточечного источника вещества, исходят из движущихся источников, источников большой протяженности или множества источников. Такими источниками могут быть, например, автомобили, использование веществ в сельскохозяйственном производстве, выбросы от городов или от региона, накопление отложений при разливах рек. Рассеянное поступление обычно ведет к относительно однородному загрязнению участка. Условия поступления, такие как близость к источнику или атмосферные осадки (дожди), могут, тем не менее, приводить к более высокому поступлению веществ на некоторые участки.

Опасные для почвы вещества, к которым относятся тяжелые металлы, фтор, нефть и нефтепродукты, нитраты, сульфаты, мышьяк, бенз(а)пирен и другие являются токсикантами промышленного происхождения. К тяжелым металлам относятся металлы с атомной массой более 40 кларк (глобальный), содержание которых в почве выражается сотыми и тысячными долями процента, например, ванадий, кадмий, кобальт, марганец, медь, молибден, никель, олово, ртуть, свинец, хром, цинк. Кларк (глобальный) в почве - средняя массовая доля элемента в почвах мира.

Для охраны почв от загрязнения необходимо проведение комплекса правовых, организационных, экономических и иных мер, направленных на рациональное использование и сохранение почв, предупреждение их деградации, защиту от воздействий природного и техногенного характера. Восстановление почв обеспечивается выполнением мероприятий, направленных на восстановление структуры и качества почв, их свойств и плодородия.

Основными принципами государственной политики в области охраны почв являются:

- обеспечение рационального использования и сохранения почв как важнейшего компонента природной среды;
- обеспечение применения почвозащитных технологий и других мер по предотвращению загрязнения, деградации почв при осуществлении хозяйственной и иной деятельности;
- своевременное проведение почвенных обследований и выявление негативных изменений состояния почв;
- обязательность проведения мероприятий по повышению плодородия почв и восстановлению деградированных почв;
- научная обоснованность мер по охране почв;
- гласность, полнота и достоверность информации о состоянии почв и проводимых мероприятиях по охране почв;
- участие общественности при принятии решений в области охраны почв;

- неотвратимость ответственности за вред, причиненный почвам.

Охране от загрязнения подлежат почвы сельскохозяйственных и лесных угодий, включая пашни, сенокосы, пастбища, почвы под многолетними насаждениями, а также заповедников, национальных природных парков, зон рекреации, населенных пунктов.

Охрана почв от загрязнения должна осуществляться с учетом следующих требований:

- определение норм, сроков и техники внесения удобрений, химических мелиорантов и других средств химизации с учетом данных агрохимического обследования почв, прогнозов появления вредителей и болезней, фактического засорения посевов;

- использование в качестве удобрений и химических мелиорантов отходов промышленности и жилищно-коммунального хозяйства после детального изучения их химического состава, не допуская внесения в почву отходов, содержащих тяжелые металлы и другие токсичные элементы и соединения;

- включение в проекты на новые предприятия и технологические линии очистных сооружений от всех загрязняющих почву компонентов;

- утилизация и захоронение выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод с соблюдением мер по предотвращению загрязнения почв;

- транспортирование и хранение пестицидов в соответствии с нормативными требованиями, не допускающими загрязнение почв и окружающей среды в целом.

Основными критериями, используемыми для оценки степени загрязнения почв, являются предельно допустимые концентрации химических веществ в почве, нормативы допустимых количеств загрязняющих веществ в смежных природных средах и в сельскохозяйственной продукции, показатели санитарного состояния почв. К категории загрязненных относятся почвы, в которых количество загрязняющих веществ находится на уровне или выше предельно допустимых концентраций.

При проведении мероприятий по охране почв от загрязнения особое внимание необходимо уделять почвам, прилегающим к предприятиям и объектам промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйств, транспорта, которые по характеру своей деятельности могут загрязнять почву посредством выбросов, сбросов, отходов, стоков и осадков сточных вод. При контроле за загрязнением почв необходимо учитывать класс опасности химических веществ, степень опасности патогенных и условно-патогенных организмов. Также определяется количество загрязняющих веществ, способных придавать почве фитотокси-

ческие свойства, оказывать отрицательное воздействие на качество почвы и растительной продукции в почвах, предназначенных для возделывания сельскохозяйственных культур в условиях защищенного грунта. Используемые физико-химические и биологические методы, должны позволять обнаруживать контролируемые вещества в концентрациях не выше предельно допустимых концентраций.

Пункты наблюдений за загрязнением почв организуют:

- в районе мощных и крупных (точечных и (или) рассеянных) источников токсикантов промышленного происхождения предприятий (цветной и черной металлургии; энергетики; машиностроения и металлообработки; химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности; по производству стройматериалов; по производству удобрений; других выявленных источников);

- в районе мелких (точечных и (или) рассеянных) источников (небольших котельных; предприятий легкой и пищевой промышленности; домов с трубами печного отопления и других; в местах хранения, транспортирования и перераспределения нефтепродуктов; вблизи свалок и полигонов промышленных и бытовых отходов и другие).

При длительном воздействии выбросов промышленных предприятий на компоненты природной среды происходит накопление химических веществ в количествах, вызывающих угнетение роста и развития растений. Для ряда элементов критические концентрации по токсическому действию на растения (снижение урожайности) совпадают или близки к ПДК токсикантов промышленного происхождения в растительных продуктах питания. В связи с этим необходимо проведение дифференцированного подхода к использованию сельскохозяйственных территорий, загрязненных различными токсикантами промышленного происхождения, а также проведение мероприятий по снижению их аккумуляции в почвах. Сельскохозяйственные угодья с валовым содержанием в почве тяжелых металлов, мг/кг: цинка - 200, свинца - 32, хрома - 100, никеля - 50, ванадия - 50, кадмия - 3, кобальта - 50, меди - 100, молибдена - 5 - должны отводиться под устойчивые к токсическому действию технические или дерновые злаковые культуры. Такие же мероприятия следует осуществлять при индексе загрязнения почв тяжелыми металлами более 32 [60].

Снижение токсического действия на растения достигается с помощью проведения комплекса обычных зональных агрохимических мероприятий, направленных на увеличение почвенного плодородия. Они направлены на увеличение мощного богатого гумусом гуматного типа, структурного и биологически активного пахотного слоя с емким, насыщенным основаниями (кальцием) поглощающим комплексом и

благоприятными для культурных растений водно-воздушным, тепловым и пищевым режимами.

Средствами агротехники регулируется склоновый сток и количество воды, поступающей в почву (полезащитные полосы, снегозадержание, контурная вспашка, создание лунок, гряд). Мелиоративные мероприятия - осушение и орошение - изменяют водный режим почвы независимо от климата. При этом меняется и тепловой режим почвы, непосредственно связанный с водным. Свойства почвы изменяют путем пескования тяжелых почв, глинования легких почв, внесения извести, гипса, кислот, удобрений и т.п. Приемы сохранения качества агроценозов техногенных районов необходимо совершенствовать и разрабатывать с учетом региональных и зональных особенностей.

Для подзолистых почв таежно-лесной зоны, имеющих кислую реакцию, уровни накопления тяжелых металлов в растениях можно снизить от 4 до 20 раз благодаря известкованию, изменяя рН водной вытяжки от 4 до 6,5. Применение органических удобрений (навоза) позволит снизить поступление тяжелых металлов в растения еще до 6 раз. Минеральные удобрения вносят малыми дозами во избежание сильного подкисления почв; в техногенных районах не следует в качестве удобрений применять компосты, которые сильно обогащены тяжелыми металлами.

При проведении лесомелиоративных и озеленительных работ необходимо подбирать виды и сорта растений, характеризующихся повышенной устойчивостью к фитотоксикантам в атмосфере и изменению почвенных условий (уплотнению, повышению кислотности, содержанию токсических веществ в почве). Для озеленения техногенных ландшафтов и урбанизированных территорий необходимо использовать древесные породы: тополь, липу, лиственницу, кедр, березу бородавчатую и пушистую, осину, черемуху, рябину, ель колючую; плодовые деревья: яблоню, грушу, сливу, персик, вишню, черешню; кустарники: иву, жимолость, акацию желтую, лох; ягодники (кустарники): смородину, крыжовник, виноград; декоративные цветы: розы, тюльпаны, водосборы, ирисы, ромашки, лилии, гладиолусы, георгины, хризантемы, астры, гвоздики, флоксы, шалфей. Предложенные выше приемы позволяют снизить токсическое действие тяжелых металлов на растения и уменьшить поступление их в организм человека по трофическим цепям.

Для очистки сильно загрязненных почв от токсикантов промышленного происхождения в каждом отдельном случае исследуется, прежде всего, вид и объем загрязнения, структура почвы и гидрогеологические условия (нанесение вреда грунтовым водам, загрязнение

насыщенного и ненасыщенного почвенного горизонта, доступность загрязнения и т.п.). При этом следует основываться на знании естественных процессов распада и распределения загрязняющих веществ в почвах, которые чрезвычайно сложны.

Основные приемы по предупреждению, снижению и ликвидации техногенного загрязнения почв:

- усовершенствование технологических процессов с целью использования малоотходных или практически безотходных производств, наилучших доступных технологий;

- подбор видов и сортов сельскохозяйственных культур;

- посадка лесозащитных полос;

- внесение удобрений, главным образом, органических и известкование почв;

- внесение цеолитов и других химических веществ, способствующих закреплению тяжелых металлов в почвах и уменьшению их миграционной способности в сопредельные среды;

- промывка почв (вымывание соединений тяжелых металлов за пределы корнеобитаемого слоя);

- термическая обработка поверхностного слоя почвы;

- экстракция, дающая возможность удалить из почвы до 80% тяжелых металлов, хлорированных углеводородов и других загрязняющих веществ;

- микробиологическая обработка почвы;

- обработка почвы кислородом;

- нанесение на бесплодную почву плодородного слоя толщиной от 30 до 60 см;

- заделка загрязненного слоя почвы на глубину за пределы распространения основной части корневых систем и другие.

Сельскохозяйственном использовании почв может стать причиной ухудшения их состояния. Сельскохозяйственное использование земель является видом антропогенного воздействия и заключается в ведении различных отраслей сельскохозяйственного производства, основанное на рациональном использовании земли с целью выращивания сельскохозяйственных культур. Основные виды антропогенного воздействия на почвы: эрозия (ветровая и водная); загрязнение; вторичное засоление и заболачивание; опустынивание; отчуждение земель для объектов техносферы [76].

В процессе эрозии и дефляции почв происходит разрушение и снос верхних наиболее плодородных горизонтов почвы в результате действия воды и ветра. Процесс смыва почвы текущей водой называется эрозией. Аналогичный процесс, производимый ветром, называется

ся дефляцией.

При стоке воды эрозию почв подразделяют на поверхностную при которой смыв плодородного слоя и подстилающей породы происходит со всей поверхности почвы и линейную эрозию - смыв почвы и подстилающей породы идет по определенной линии. Поверхностная эрозия проявляется в постепенном равномерном по площади удалении с поверхности наклонного рельефа почвенных частиц потоками талых и дождевых вод, причем смывается наиболее плодородный слой.

Все формы линейной эрозии относят к размывам. Последние не имеют своего продольного профиля и повторяют профиль почвы, на которой возникают. Образующиеся промоины могут достигать глубины до 1 м и ширины до 5 м. При дальнейшем поступлении воды с водосборной площади промоина перерастает в овраг, характеризующийся тенденцией к дальнейшему развитию, и представляющий самую крупную форму линейной эрозии. Овраги уничтожают ценные сельскохозяйственные земли, способствуют интенсивному смыву почвенного покрова, заиляют малые реки и водохранилища, создают расчлененный рельеф.

Ирригационная эрозия заключается в разрушении, переносе и переотложении почв и грунтов водой в процессе поверхностного полива или дождевания. Накладываясь на естественную эрозию, ирригационная эрозия значительно увеличивает интенсивность потерь верхнего, наиболее плодородного слоя почвы. Смыв почвы в условиях орошения начинает проявляться уже при малых уклонах рельефа. В результате ирригационной эрозии уменьшается мощность гумусового горизонта, вымываются питательные вещества, непроизводительно расходуются поливные воды, заиляются и загрязняются удобрениями и пестицидами водоприемники, размываются каналы, дороги, возникают овраги ирригационного происхождения, снижается урожайность возделываемых культур и качество сельскохозяйственной продукции.

Дефляция или эрозия, производимая ветром, подразделяется на повседневную, когда почва пылит под ветром низкой скорости, и вызываемую ветрами большой, иногда ураганной скорости (пыльные бури). В последнем случае в воздушный поток вовлекаются огромные массы пыли. Пыльные бури возникают преимущественно в холодный период года. Этому наиболее активному и опасному виду дефляции способствуют сильные перепады атмосферного давления на сравнительно недалеко отстоящих друг от друга обширных территориях, низкая увлажненность почв, отсутствие на них снежного покрова. Опасные виды антропогенной дефляции возникают при введении в сельскохозяйственный оборот обширных территорий без учета возможной ветровой эро-

зии. Распахивание целинных земель в Казахстане, над которым в зимнее время устанавливается мощный, обширный и малоподвижный антициклон, являющийся источником сильных восточных ветров со скоростью от 15 до 35 м/с, существенно активизировало пыльные бури в Калмыкии, на юге Ростовской области и в Ставрополе.

При уплотнении почв ходовыми системами машинно-тракторных агрегатов уменьшается их общая пористость, ухудшается доступ влаги к растениям, снижается аэрация и скорость фильтрации воды, затрудняется распространение корней. Чрезмерно рыхлое состояние почвы приводит к ее быстрому иссушению, нарушению контакта семян и корневой системы растений с почвой.

Дегумификация почв процесс - разрушения почвенного гумуса в результате действия аэробных микроорганизмов – минерализаторов. Процесс дегумификации почв усиливается при глубокой отвальной обработке почвы и внесении высоких доз минеральных азотных удобрений. Гумус - часть органического вещества почвы, представленная совокупностью специфических и неспецифических органических веществ почвы, за исключением соединений, входящих в состав живых организмов и их остатков. Органическое вещество является важнейшей составляющей частью почвы; его содержание и формы в наибольшей степени определяют плодородие почвы. Плодородие почв - это способность почвы удовлетворять потребность растений в элементах питания, влаге и воздухе, а также обеспечивать условия для их нормальной жизнедеятельности.

Органическая часть почвы включает все органические вещества, присутствующие в почвенном профиле, за исключением тех, которые входят в состав живых организмов. Сюда относятся отмершие части живых организмов, еще не утратившие своего анатомического строения (корни и стебли растений, остатки микроорганизмов и животных). Гумификация - превращение растительных и животных остатков и микроорганизмов, а также продуктов их жизнедеятельности в почве в гумусовые вещества. Совокупность всех органических соединений, утративших свое анатомическое строение в результате гумификации под воздействием почвенных микроорганизмов, составляет гумус.

Оптимальное содержание гумуса в почве обеспечивает благоприятный для растений водно-воздушный режим, хорошую прогреваемость почвы, высокую емкость катионного обмена, устойчивый пищевой режим. Такие почвы устойчивы к водной и ветровой эрозии, обладают высокой буферной емкостью по отношению к внешним факторам, т.е. способны снижать отрицательное действие высоких доз удобрений, «связывать» тяжелые металлы и пестициды. Оптимальным

принято считать такое гумусное состояние почв, которое способно обеспечить планируемый урожай при условии максимальной эффективности использования вносимых удобрений и применяемых агротехнических мероприятий.

Процесс потери почвами гумуса носит название дегумификации. Уменьшение запасов гумуса отмечается в большинстве регионов России, в том числе и в черноземной зоне. Так, гумусированность почв Центрального черноземного района за столетие снизилась от 10—14 % до 7—10 %, содержание гумуса в черноземах Поволжья и Предуралья упало с 13—16 % до 7—10 % и с 10—13 % до 4—7 % соответственно.

Основные причины, вызывающие дегумификацию сельскохозяйственных угодий:

- недостаточное поступление в обрабатываемые почвы растительной биомассы для процессов гумификации;
- ускорение минерализации органического вещества вследствие интенсивной обработки и применения удобрений и при некоторых приемах гидротехнических и химических мелиораций;
- потери гумуса за счет эрозии и дефляции;
- отчуждение обогащенного гумусом пахотного слоя при проведении ряда сельскохозяйственных мероприятий.

Подавляющее большинство культурных растений способно хорошо развиваться и плодоносить лишь на почвах с нейтральной или близкой к нейтральной реакцией среды. Однако на земном шаре весьма распространены почвы с неблагоприятной реакцией почвенного раствора — слишком кислые или слишком щелочные. Закисление почв изменение кислотно-основных свойств почвы, вызванное природным почвообразовательным процессом, поступлением загрязняющих веществ, внесением физиологически кислых удобрений и другими видами антропогенного воздействия. Подщелачивание почв - изменение кислотно-основных свойств почвы, вызванное природным почвообразовательным процессом, поступлением загрязняющих веществ, внесением физиологически щелочных мелиорантов и другими видами антропогенного воздействия.

На северной половине территории России преобладают кислые почвы: болотные, подзолистые, дерново-подзолистые, таежные почвы сильно- и среднекислые, то есть имеющие рН не выше 5,0. Основной особенностью кислых почв является недостаток в них ионов кальция и избыток ионов водорода и алюминия, что обуславливает их крайне неблагоприятные агрохимические свойства.

Недостаток кальция, важного элемента питания растений замедляет их развитие, снижает плодоношение, уменьшает зимостойкость.

Понижение рН почвенного раствора отрицательно влияет на усвоение растениями азота, фосфора, калия, снижает растворимость соединений ряда микроэлементов, необходимых растениям. В почвах с повышенной кислотностью подавляется жизнедеятельность многих полезных организмов — аммонифицирующих и нитрифицирующих микробов, азотобактерий, бактерий, разрушающих фосфорорганические соединения. В то же время некоторые формы грибов, выделяющих вещества, вредные для растений, в кислой среде прекрасно развиваются. Все эти неблагоприятные свойства кислых почв делают их малопродуктивными, и для их сельскохозяйственного освоения требуется нейтрализация реакции почвенного раствора.

В последнее время основной причиной закисления почв на обширных территориях становится хозяйственная деятельность человека. Кислые атмосферные осадки с реакцией рН 4,0—3,5 приводят к неблагоприятным изменениям в экосистемах суши и поверхностных вод, особенно в регионах с природно-кислыми почвами. Выпадение таких осадков угнетает растения и приводит к их деградации. Кроме кислых атмосферных осадков, подкисление почв Нечерноземной зоны России вызывает использование физиологически кислых удобрений, таких как  $K_2SO_4$ ,  $(NH_4)_2SO_4$ ,  $NH_4NO_3$  и другие. Растения используют катионы этих солей, а анионы образуют свободные кислоты. Наиболее опасен в этом отношении сульфат аммония  $(NH_4)_2SO_4$ .

Засоление почв заключается в накопление в почве легкорастворимых солей. Засоленные почвы содержат в своем профиле легкорастворимые соли в количествах, токсичных для сельскохозяйственных культур. Их формирование происходит в тех районах, где состав грунтовых вод и почвообразующих пород, а также режим увлажнения способствуют поступлению в почву легкорастворимых солей и их последующей аккумуляции. Большие количества растворимых солей образуются в результате выветривания горных пород, при извержениях вулканов, при выходе на поверхность отдельных участков морского дна, покрытых соленосными отложениями. Однако основную роль в накоплении солей играет водный режим, который зависит от климата и фильтрационных свойств почвы и почвообразующих пород.

При промывном водном режиме легкорастворимые соли выносятся за пределы почвенного профиля с фильтрующимися водами и не накапливаются в почве. В районах с засушливым климатом, где испаряемость намного превышает количество выпадающих осадков, создаются условия для перемещения грунтовых вод и почвенных растворов из нижних горизонтов в верхние. Вместе с ними мигрируют к поверхности почвы растворимые соли, которые аккумулируются в

корнеобитаемом слое. Использовать в сельском хозяйстве засоленные почвы возможно только после их мелиорации. Одним из основных видов сельскохозяйственных мелиорации является, как известно, орошение сельскохозяйственных угодий в зонах с засушливым климатом. При неправильном орошении происходит засоление сельскохозяйственных земель, называемое вторичным засолением. Основная причина этого явления — использование для орошения малоприспособленной воды. При избыточных поливах влага, не использованная растениями, фильтруется сквозь толщу почвогрунтов и повышает уровень грунтовых вод. В жаркий период минерализованные грунтовые воды подтягиваются к дневной поверхности и испаряются, оставляя содержащиеся в них соли в корнеобитаемом слое почвы.

При сельскохозяйственном использовании почвы происходит загрязнение почв минеральными и органическими удобрениями, пестицидами, патогенными микроорганизмами. Внесение в почву минеральных удобрений и их длительное применение высокими дозами оказывает негативное воздействие на почву. Применение высоких доз азотных удобрений вызывает быструю минерализацию гумуса, азотсодержащих соединений почвы, способствует росту газообразных потерь азота. Длительное применение высоких доз азотных и калийных удобрений активизирует токсинообразующие микроорганизмы, что приводит к микробному токсикозу почв. Избыток нитритов и нитратов ухудшает качество сельскохозяйственной продукции, которая негативно воздействует на человека и животных. Соединения фосфора менее подвижны, чем азотные, но и они интенсивно поступают в поверхностные и грунтовые воды. Применение калийных удобрений приводит к накоплению в почве хлорид-ионов, токсичных для большинства растений.

Одним из наиболее опасных загрязнителей природной среды являются пестициды - химические средства защиты растений и животных от различных вредителей и болезней. В зависимости от цели использования их подразделяют на следующие группы: гербициды - для борьбы с сорными растениями; альгициды - для уничтожения водорослей и другой водной растительности; арборициды - для уничтожения нежелательной древесной и кустарниковой растительности; фунгициды - для борьбы с грибными болезнями растений; бактерициды - для борьбы с бактериями и бактериальными болезнями; инсектициды - для борьбы с вредными насекомыми; акарициды - для борьбы с клещами; зооциды - для борьбы с грызунами; лимациды - для борьбы с моллюсками; нематоциды - для борьбы с круглыми червями; афициды - для борьбы с тлями. Разновидностью пестицидов являются дефолианты - служащие для удаления листьев растений, десиканты - вызывающие иссушение растений, дефлоранты - удаляющие цветы и завязи,

ретарданты - регулирующие рост растений, реппеленты - отпугивающие насекомых, и некоторые другие.

Наиболее распространенной группой пестицидов являются гербициды - средства борьбы с сорняками. По характеру действия гербициды можно подразделить на две подгруппы: сплошные, действующие на все виды растений и использующиеся для уничтожения нежелательной растительности на определенных территориях; избирательные (селективные), опасные для определенных видов растительности и используемые для уничтожения сорняков в агроценозах.

Пестициды используют в виде суспензий, эмульсий, порошков и гранул, концентрированных и коллоидных растворов и распыляют с помощью распылителей разного объема и мощности, вплоть до распыления при помощи сельскохозяйственной авиации. Естественно, что с воздушными массами они могут переноситься на большие расстояния и вызывать загрязнение окружающей среды там, где пестициды вообще не применялись или использовались в неизмеримо меньших количествах.

Пестициды являются ядовитыми веществами не только для вредных организмов, но и для полезных микроорганизмов, животных, птиц и человека. Большинство пестицидов, оказав требуемое воздействие, не разрушаются с образованием безвредных продуктов разложения, а рассеивается в экосистеме, попадая в почвы, растения и другие компоненты окружающей среды. В зависимости от устойчивости к процессам разложения пестициды подразделяются на слабостойкие (сохраняются в окружающей среде от 1 до 12 недель), среднестойкие (сохраняются 1-18 месяцев) и очень стойкие (сохраняются два года и более). Наибольшую опасность представляют стойкие пестициды и продукты их превращения (метаболиты), способные накапливаться и сохраняться в природной среде до нескольких десятков лет. При определенных условиях метаболиты пестицидов дают метаболиты второго порядка и далее, роль, значение и влияние которых на окружающую среду во многих случаях непредсказуемы.

Особенно устойчивы ко всем видам разложения хлорорганические инсектициды - гексахлоран, ДДТ и другие, которые могут сохраняться в почве десятилетиями, накапливаясь при систематическом применении. Фосфорорганические инсектициды - карбофос, фосфамид, метафос и другие - в почве и других природных средах распадаются сравнительно быстро.

Применение пестицидов значительно снижает потери урожаев сельскохозяйственных культур и сокращает затраты на производство сельхозпродукции при росте и их побочного негативного действия. Потому пестициды допустимо использовать лишь там, где химические средства защиты пока нельзя заменить биологическими.

## ГЛАВА 16. ПИРОГЕННЫЕ ОПАСНОСТИ

### 16.1. Понятие природных, техносферных и переходных видов пожаров

Огонь является экосистемным модифицирующим негативным фактором, играющим существенную роль в жизни растительных экосистем. На возникновение природных пожаров, их развитие и распространение оказывают влияние природные, экономические, социальные и техногенные факторы. Пожарная опасность заключается в возможности возникновения и (или) развития пожара в любом веществе, процессе, состоянии. Процесс неконтролируемого горения сопровождается появлением в окружающей среде значительного количества токсичных веществ, опасных и вредных для организма человека, находящихся в зоне его влияния и в районе их переноса.

Пожары можно разделить на основные группы - природные пожары в растительных экосистемах и техносферные пожары на объектах урбанизированных территорий. При взаимной модификации природных и техносферных пожаров формируется новая группа пожаров - природно-техносферные.

Природный пожар - неконтролируемый процесс горения в растительных экосистемах, возникший в результате природных или спровоцированных человеком факторов, развивающийся во времени и пространстве [83]. Природные пожары характеризуются масштабностью, заключающейся в распространении огня на большие территории, большой их продолжительностью и интенсивностью, быстрым развитием. Для них характерна высокая скорость распространения огневого фронта и создание обширных зон загазованности и задымления, с опасными для жизни людей концентрациями продуктов горения и переносом их на значительные расстояния. Негативные последствия природных пожаров усиливаются аномальными климатическими условиями, обуславливающими причины их возникновения.

Техносфера - часть биосферы (окружающей среды), представляющая совокупность естественных и измененных, искусственно созданных человеком объектов и систем, становящихся частью ноосферы и предназначенных для обеспечения его социальных потребностей и жизнедеятельности.

Окружающая среда - совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Природный объект - естественная экологическая система, природный ландшафт и составляющие их элементы, сохранившие свои природные свойства. Природно-антропогенный объ-

ект - природный объект, измененный в результате хозяйственной и иной деятельности, и (или) объект, созданный человеком, обладающий свойствами природного объекта и имеющий рекреационное и защитное значение. Антропогенный объект - объект, созданный человеком для обеспечения его социальных потребностей и не обладающий свойствами природных объектов [87].

Положив в основу определение природного пожара и приведенные понятия, характеризующие техносферу и окружающую среду, можно дать следующее определение техносферного пожара. Техносферный пожар - неконтролируемый процесс горения на природных, природно-антропогенных и антропогенных объектах техносферы, возникший в результате природных или спровоцированных человеком факторов, развивающийся во времени и пространстве. Техносферные пожары, в отличие от природных пожаров, обычно действуют на локальных территориях, относительно непродолжительное время. Основным последствием их воздействия является угроза разрушения или уничтожение зданий и сооружений в населенных пунктах и инфраструктурных объектов. Природно-техносферный пожар имеет особенности присущие природным и техносферным пожарам. Под природно – техносферным пожаром понимается неконтролируемый процесс горения в растительных экосистемах, на природных, природно-антропогенных и антропогенных объектах техносферы, возникший в результате взаимной модификации природных и техносферных пожаров, факторов природных или спровоцированных человеком, развивающийся во времени и пространстве. При таком пожаре происходит горение растительных горючих материалов и объектов техносферы [84].

## **16.2. Опасные факторы природных пожаров**

Растительные экосистемы, по пожарной опасности горючих материалов, можно подразделить на две группы [84]. Первую группу составляют растительные экосистемы, в которых постоянно имеются горючие материалы, пригодность которых к возгоранию не связана с периодом вегетацией растений и их пожарная опасность определяется, в основном, климатическими условиями, сложившимися на данной территории. К таким растительным экосистемам, прежде всего, относятся лесные и тундровые экосистемы, а также лимитрофные территории, расположенные между ними. К горючим материалам лесных экосистем относятся растительные (древесные и травянистые) материалы, существенное влияние на пожарную опасность которых оказывает их вид и структура. Вид горючих материалов определяется породным составом растительной экосистемы, а структура - формой, размерами и

расположением горючих частиц относительно друг друга или по отношению к поверхности почвы. По плотности сложения и снижению их горимости горючие материалы подразделяются на открытые и продаваемые, различной рыхлости и плотности.

В первой группе растительных экосистем метеорологические факторы оказывают прямое и косвенное влияние на пожарную опасность горючих материалов. Возможность возгорания при этом, определяется влиянием на них атмосферных осадков, влажности и температуры воздуха, ветра, и она связана с текущими метеорологическими условиями и с условиями погоды за предшествующий период. Осадки в виде дождя устраняют пожарную опасность, горючие материалы становятся достаточно влажными. Влажность определяется интенсивностью выпавших осадков, продолжительностью дождя или дождливого периода. Количество влаги, содержащееся в воздухе, также отражается на влагосодержании горючих материалов. Под влиянием ветра они высыхают, увеличивается скорость распространения горения. При высоких температурах воздуха горючий материал быстро теряет влагу и характеризуется высокой горимостью.

Растительные горючие материалы в экосистемах первой группы, при оценке их способности к возгоранию разделяются на легковоспламеняющиеся и быстрогорящие, которые способствуют распространению пожара по площади. Они наиболее часто загораются и становятся началом развития пожара. Материалы, которые медленно воспламеняются и долго горят, обеспечивают стабильность горения и определяют временной фактор пожара. Материалы с высокой влажностью редко загораются даже при действующих пожарах и сдерживают их распространение.

Вторую группу составляют растительные экосистемы, в которых пожарная опасность горючих материалов, прежде всего, зависит от фенологической фазы развития растения и лишь частично определяется погодными условиями. Прежде всего, это степные экосистемы, лимитрофные территории между ними и лесными экосистемами. В эту группу входят земли, на которых произрастают сельскохозяйственные культуры.

В процессе роста травянистые растения проходят фенологические фазы, включающих всходы, весеннее отрастание, кушение, образование укороченных побегов и розеток, ветвление, выход в трубку, колошение, бутонизация, цветение, плодоношение и отмирание побегов. Наиболее пожароопасными они являются при прохождении фаз плодоношения и отмирания, а также в период от отмирания побегов до появления всходов и весеннего отрастания. В эти периоды важным

становится и влияние климатических факторов, так как высушивание плодоносящих растений или их отмерших остатков резко увеличивает способность к воспламенению. По способности к воспламенению их можно отнести к легковоспламеняющиеся и быстрогорящим, являющимися проводниками горения. В период остальных фенологических фаз травянистые растения, в зависимости от продолжительности засушливых периодов, медленно воспламеняются и медленно горят, то есть поддерживают горение при пожаре (длительные засушливые периоды) или сдерживают распространение огня из-за их высокой влажности (короткие засушливые периоды или их отсутствие).

В зависимости от особенностей повреждения растительных экосистем выделяют различные виды пожаров, которые по-разному влияют на них. Различают три основных вида природных пожаров: низовой, верховой, подземный. По силе действия пожары классифицируются как слабые, средние и сильные. По повторяемости пожары могут быть однократного и много кратного действия. По времени действия пожары подразделяются на ранневесенние, летние и осенние. По величине охваченной пожаром площади, они подразделяются: загорание до 0,2 га, малый - 0,2-2,0 га, небольшой - 2,1-20,0 га, средний - 21-200 га, крупный - 201-2000 га, катастрофический – более 2000 га [82, 83].

Низовой пожар - это огонь, который распространяется по травяной растительности, опад и нижнему ее ярусу (кустарник, подлесок, подрост). При беглом низовом пожаре горит растительный опад, состоящий из мелких ветвей, коры, хвои, листьев. Кроме того, горит подстилка, сухая трава и травянистая растительность, живой напочвенный покров из трав и мхов, мелкий подрост и кора в нижней части древесных стволов.

По скорости распространения огня и характеру горения низовые пожары подразделяются на беглые и устойчивые. Низовой беглый пожар характеризуется быстро распространяющимся пламенным горением, при котором сгорает поверхностный слой напочвенного покрова. Как правило, развивается в весенний период, когда подсыхает лишь самый верхний слой мелких горючих материалов напочвенного покрова и прошлогодняя травянистая растительность. Скорость распространения огня - 180-300 м/ч, она находится в прямой зависимости от скорости ветра в приземном слое. При этом участки с повышенной влажностью покрова остаются нетронутыми огнем и площадь, пройденная пожаром, имеет пятнистую форму, вытянутую по направлению ветра.

При низовом устойчивом пожаре происходит медленное пламенное и беспламенное горение (тление), при котором полностью сгорает подстилка, валежник, кустарник, подлесок и подрост. Такие по-

жары, как правило, развиваются в середине лета, когда подстилка просыхает по всей толщине залегания. На участках, пройденных низовым устойчивым пожаром, часто обгорают корни (корневые лапы) и кора в нижней части стволов деревьев, в результате чего насаждение получает серьезные повреждения, а часть деревьев прекращает рост и гибнет. Скорость распространения огня при устойчивом низовом пожаре составляет от нескольких десятков метров до 180 м/час. На торфяных почвах устойчивые низовые пожары могут перейти в подземные (торфяные), а в молодняках и многоярусных насаждениях - в верховые.

По интенсивности горения (высоте пламени) на фронтальной кромке низовые лесные пожары подразделяются на слабые - высота пламени до 0,5 м; средние - высота пламени до 1,5 м; сильные - высота пламени более 1,5 м. Низовые по количеству случаев составляют 97-98 %, а по пройденной ими площади - 87-89 % всех зарегистрированных случаев лесных пожаров.

Верховой пожар - это пожар, распространяющийся по кронам древесных растений. Возникновению верховых пожаров в значительной степени способствуют засухи и сильные ветры. Верховой пожар возникает в случаях, когда огонь низового пожара при сильном порывистом ветре переходит на кроны деревьев:

- в древостоях с низкоопушенными кронами;
- в разновозрастных насаждениях, при значительном количестве и групповом расположении хвойного подроста;
- в хвойных молодняках.

Верховой пожар подразделяется на устойчивый (или повальный) и беглый. При устойчивом верховом пожаре огонь распространяется по всем ярусам древесной растительности - от напочвенного покрова до кроны. Насаждения гибнут полностью. Скорость продвижения устойчивого пожара невелика - в среднем около 0,3 км/час, в отдельных случаях - 4-5 км/час. Беглый верховой пожар развивается только при сильном ветре. Огонь обычно распространяется по кронам деревьев, значительно опережая развитие низового пожара. Развитие такого пожара происходит скачками, так-как тепло, выделяемое горящими кронами, поднимается наклонно вверх по направлению ветра и оказывается недостаточным для подогрева и подготовки к воспламенению кроны соседних деревьев. Без такого подогрева горение в кронах прекращается, и только когда низовой пожар пройдет участок, на котором сгорели кроны деревьев, начинается подогрев и подсушивание кроны на соседнем по направлению ветра участке; кроны вспыхивают, и огонь быстро распространяется по подсушенному участку. Скорость распространения огня во время скачка по кронам достигает 20 км/час и более,

а его протяженность - около 250-300 м. После скачка верховой огонь переходит в низовой. Доля верховых пожаров составляет около 1,5-2,0 % всех пожаров, а пройденная ими площадь - около 10-12 % площади всех пожаров.

Подземный (торфяной пожар) - представляют собой возгорание торфяного болота, осушенного или естественного. Торф - продукт неполного разложения растительной массы в условиях избыточной влажности и недостаточной аэрации. Он обладает самой высокой из всех твердых топлив влагоемкостью.

Причинами возникновения торфяных пожаров являются неосторожное обращение с огнем, разряд молнии или самовозгорание, которое может происходить при температуре выше 50 градусов по Цельсию. Летом поверхность почвы в средней полосе может нагреваться до 52-54 градусов. Кроме того, достаточно часто почвенные торфяные пожары являются развитием низового лесного пожара. В слой торфа в этих случаях огонь заглубляется у стволов деревьев.

Торфяные пожары характерны для второй половины лета, когда в результате длительной засухи верхний слой торфа просыхает до относительной влажности 25-100 %. При таком содержании влаги он может загораться и поддерживать горение в нижних, менее сухих слоях. Глубина прогорания торфяной залежи определяется уровнем залегания грунтовых вод.

Горение обычно происходит в режиме тления, то есть в беспламенной фазе как за счет кислорода, поступающего вместе с воздухом, так и за счет его выделения при термическом разложении сгораемого материала. Процесс горения в нижней части происходит значительно интенсивней, чем вверху. Заглубляясь в нижние слои торфа до минерального грунта или уровня грунтовых вод, горение может распространяться на десятки и сотни метров от входного отверстия, лишь местами выходя на поверхность. Различают одноочаговые и многоочаговые торфяные пожары. Если пожар возник от загорания напочвенного покрова, то возможно заглубление огня в органический слой почвы сразу в нескольких местах. Когда пожар возник от костра, то это, как правило, одноочаговый пожар. При торфяных пожарах горит торф и корни деревьев. При выгорании корневых систем деревьями они падают в основном вершинами к центру пожара. Глубина горения торфа ограничивается уровнем грунтовых вод или подстилающим минеральным грунтом. За счет гидрофобности битумированных частиц торфа на осадки практически не оказывают влияния на процесс горения торфа, так как влага уходит в грунтовые воды, не увлажняя частицы торфа и он продолжает гореть до полного выгорания.

Степной пожар - стихийное, неконтролируемое распространение огня по растительному покрову степей. По механизму распространения огня он похож на низовой лесной пожар, но скорость распространения степного пожара выше, что обусловлено рядом факторов, а именно большей горючестью сухих степных трав и большей скоростью приземного ветра в степи. Степной пожар наносит урон естественной среде (растительному покрову и животному миру), может представлять опасность для людей и объектов экономики, хотя и в меньшей степени, чем лесной пожар. Степные пожары способствуют ветровой эрозии степных почв, а также деградации травяного покрова. Выгоревшие участки быстро зарастают сорными растениями: полынью, ковылем, бурьяном. Основной причина степных пожаров - антропогенные факторы, в том числе пал травы. Молнии другие естественные факторы сравнительно редко являются причиной степных пожаров [56].

Степные пожары характеризуются возникновением одного или нескольких очагов, которые достаточно быстро распространяются на значительные территории. Такие природные катастрофы обладают высокой скоростью распространения, достигающей в определенные моменты 30 км/ч. Этот фактор обусловлен большим количеством сухой растительности, созревших злаков и прочих легковоспламеняющихся материалов. Как правило, степные пожары представляют огромную опасность не только для людей, но и для сельскохозяйственных животных. Огонь, который подступает со всех сторон, оказывает достаточно сильное психологическое давление. Тем самым может спровоцировать массовую панику, которая зачастую приводит к многочисленным жертвам. Степные пожары характерны для весны, когда прошлогодняя трава высыхает после схода снега, а также конца лета и осени. В период интенсивной вегетации степные пожары практически не возникают.

Ландшафтный пожар - пожар, охвативший различные компоненты ландшафта. Возникает в результате антропогенной деятельности и природных факторов (молния). Распространение огня по любому виду ландшафта возможно при наличии сухих горючих материалов в напочвенном покрове объемом не менее 0,2 кг на 1 м<sup>2</sup> и их равномерном распределении по площади. Ландшафтные пожары классифицируются по виду ландшафта, по которому распространяется горение: пожар степной, луговой, кустарниково-болотный.

Природные пожары – явление динамическое. Пожар может переходить из одного вида в другой, его влияние может появляться в различных комбинациях - комбинированные формы пожара. Когда речь идет о нескольких видах пожара на одной территории необходи-

мо рассматривать их временной и пространственный факторы.

В зависимости от развития природный пожар имеет определенную форму:

- округлая форма наблюдается при равномерном распространении огня в безветренную погоду при однородных горючих материалах и относительно ровной местности;
- неравномерная (разносторонняя) форма отмечается при переменном ветре, разнородных горючих материалах, пересеченной местности;
- эллиптическая (вытянутая) форма наблюдается при ветре, относительно ровной местности, однородности горючих материалов.

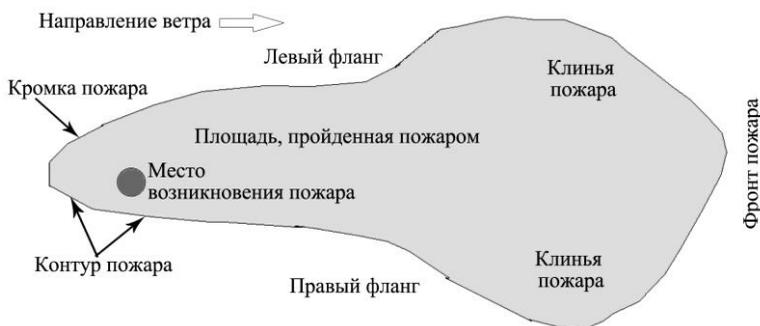


Рисунок 26 - Параметры природного пожара

Природные пожары характеризуются рядом показателей [83, 84].

Внешняя граница кромки пожара - граница кромки, обращенная к площади, не охваченной огнем.

Кромка природного пожара - полоса горения, окаймляющая внешний контур пожара и непосредственно примыкающая к участкам, не пройденным огнем. Делится на фронтальную, тыльную и фланговые части. Расчетная длина кромки ( $L$ , км) ориентировочно равна 0,5 корня квадратного из площади пожара ( $S$ , га).  $L = 0,5 \sqrt{S}$ .

Контур природного пожара - внешняя граница площади растительной экосистемы, пройденной огнем.

Площадь природного пожара - площадь ( $S$ , га) покрытых и не покрытых растительностью земель, пройденная огнем в пределах контура природного пожара. Определяется как произведение скорости распространения фронта ( $V$  м/мин) на квадрат времени ( $t$ , час) прошедшего с момента возникновения пожара в целых часах при скорости ветра 3-5 м/сек.  $S = V \cdot t^2$ .

Фронт природного пожара - часть кромки пожара, распространяющаяся с наибольшей скоростью, как правило, по направлению ветра.

Фланг природного пожара - часть кромки пожара, распространяющаяся, как правило, перпендикулярно направлению фронта пожара.

Тыл пожара - часть кромки пожара, наиболее медленно распространяющаяся в сторону, противоположную движению фронта.

Ширина фронта пожара - расстояние между флангами пожара по прямой линии.

Скорость кромки пожара - скорость продвижения внешней границы кромки природного пожара.

Скорость прироста кромки пожара ( $\Delta L$ , км) рассчитывается, как частное от деления длины кромки пожара ( $L$ , км) на время действия пожара ( $t$ , час).  $\Delta L = L/t$ .

Скорость тушения кромки пожара ( $V_{\text{туш.}}$ ) рассчитывается, как увеличение скорости прироста кромки на  $1/3$ .  $V_{\text{туш.}} = 1/3 \Delta L$ .

Место начала пожара - место первичного очага горения.

Ось пожара - средняя линия продвижения центра фронта.

Конвекционная колонна - конвекционный ток воздушных масс над пожаром с преобладающей вертикальной составляющей.

Обратная тяга - поток воздуха в приземном слое, вызванный действием конвекционного тока и направленный навстречу движению кромки пожара.

Пожароопасный сезон - период года после таяния снежного покрова и установления положительной температуры воздуха до наступления осенней дождливой погоды и установления отрицательной температуры воздуха, в течение которого возможно возникновение природных пожаров. За время пожароопасного сезона наблюдаются явно выраженные максимумы горимости. Пожарный максимум горимости растительных экосистем - период (месяцы) пожароопасного сезона, в течение которого число природных пожаров или площадь, охваченная огнем, превышает средние многолетние значения для данного района. Наличие пожарного максимума обуславливается влиянием погодных условий на степень сухости горючих материалов. В это время наблюдается быстрое и более полное высыхание горючих материалов.

Причина пожара – явление, которое вызывает загорание леса и вызывает лесной пожар, представляющий собой неуправляемое стихийное распространение огня на землях лесного фонда и не входящих в лесной фонд, или на определенных участках леса.

Причины природных пожаров:

- неконтролируемые сельхозпалы или выжигание травы;
- по вине организаций, выполняющих работы в растительных

экосистемах;

- по вине населения (неосторожное обращение с огнем во время работы или отдыха) - брошенная не затушенная спичка или сигарета, бутылки и осколки стекла (в солнечную погоду), непогашенный костер;
- грозовые разряды при обычных грозах и так называемых «сухих грозах»;
- преднамеренные поджоги;
- невыясненные причины.

Природные пожары, воздействуя на растительные экосистемы, приводят к различным изменениям в них. Пирогенные экосистемы формируются при повреждении растительных экосистем пожарами различного вида, интенсивности и продолжительности воздействия. В условиях высоких уровней негативного воздействия пожаров формируются эмерджентные пирогенные растительные экосистемы, обладающие новыми функциональными свойствами. Пространственно пирогенные экосистемы занимают покрытую и непокрытую растительностью территорию поврежденную огнем, а также граничные, не поврежденные огнем участки, на которых возможно проявление негативных последствий пожаров.

Величина негативных последствий природных пожаров определяется их масштабностью, заключающейся в распространении огня на большие территории и продолжительностью, интенсивностью пожаров, переносом на большие расстояния, аномальными климатическими условиями, обуславливающими причины их возникновения.

Основными опасными факторами природных пожаров являются: высокая температура, вызывающая возгорание всего, что окажется в районе пожара; задымление больших районов, оказывающее раздражающее воздействие на людей и животных, а в некоторых случаях и отравление их окисью углерода; ограничение видимости; устрашающее психологическое воздействие на людей. В группу теплофизических факторов входят пламя, нагрев тепловым потоком, тепловой удар, помутнение воздуха, опасные дымы. К химическим факторам относится загрязнение атмосферы, почвы, грунтов, гидросферы [64, 87].

Природные пожары характеризуются быстрым развитием, высокой скоростью распространения огневого фронта и созданием обширных зон загазованности и задымления с опасными для жизни людей концентрациями продуктов горения. При массовых пожарах на торфяниках, в лесах и степях, на людей, находящихся на открытом воздухе и в сооружениях, будут действовать поражающие факторы пожара: непосредственное воздействие огня; - высокая температура газовой среды; - теплоизлучение от пламени; - задымление и загазо-

ванность в районе пожара.

Наиболее характерными для крупных природных пожаров являются следующие особенности:

- возникновение во время продолжительных засушливых периодов, чаще всего при сильных ветрах;
- высокая интенсивность тепловыделения;
- высокая скорость распространения с преодолением различных препятствий (минерализованных полос, противопожарных разрывов, небольших рек и ручьев);
- возникновение большой зоны плотной задымленности;
- крупные лесные пожары действуют на фоне развития мелких и средних пожаров.

Крупные природные пожары представляют серьезную опасность населенным пунктам, городам, военным объектам, предприятиям, расположенным в лесных массивах. Над такими пожарами возникают мощные конвективные потоки продуктов горения, которые поднимают и рассеивают перед фронтом пожара горящие частицы, вызывая появление новых очагов горения перед фронтом пожара.

В результате действия поражающих факторов (огонь, искры, повышение температуры среды) происходит уничтожение и повреждение растений, создается угроза жизни людей, уничтожаются промышленные объекты и населенные пункты.

Средняя температура горения лесных горючих материалов 500-900 °С. Температура горения (тления) торфа – 500 °С (при влажности 10-30 %), 300 °С (при влажности 65 %). Высота факела пламени определяется видом и силой пожара, скоростью ветра, шириной кромки и для низового пожара составляет 0,05-3 м, верхового пожара - 3-15 м над уровнем древостоя. Глубина прогорания торфа зависит от мощности слоя торфа, его влажности и составляет 0,25-3 м. Объемная концентрация оксида углерода в пределах кромки пожара составляет - 1,2 %, диоксида углерода - 4,5 %, кислорода - 12,5 % [56, 64, 87].

Пожары в степях характеризуются очень быстрым развитием, на скорость распространения пожара особенно влияет скорость ветра. При высоком и густом травяном покрове, сильном ветре и засушливой погоде скорость распространения пламени по высоким хлебам и травам достигает 500-600 м/мин. При редкой и низкой растительности и при отсутствии ветра пожары распространяются со скоростью 10-15 м/мин. Пожары в степи, а также на хлебных массивах охватывают большие площади в несколько тысяч гектар. В процессе распространения пожара часто образуется так называемый «огненный шторм», который перебрасывает огонь на большие расстояния, преодолевая при этом искусственные и естественные преграды шириной до 12-15 м [56, 87].

### 16.3. Опасные факторы техносферных пожаров

В техносфере тяжесть воздействия опасных факторов, связанных с пожарами, обусловленная ростом энергонасыщенности производств, увеличением плотности инженерных коммуникаций, повышением уровня температур и давления в технологическом оборудовании, увеличивает масштабность пожаров и тяжесть их последствий.

К опасным факторам техносферного пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся: пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму [64, 87]. Сопутствующими проявлениями опасных факторов техносферного пожара являются: осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, попавшие в окружающую среду из разрушенных технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества; опасные факторы взрыва, происшедшего вследствие пожара; воздействие огнетушащих веществ.

Открытое пламя - чрезвычайно опасный фактор пожара, при этом случаи его непосредственного воздействия на человека редки. Температура пожара составляет 1100-1300 ° С. Продолжительность времени, в течение которого человек может переносить критические температуры составляет 10-15 с. У людей, находящихся в зоне пожара, излучение пламени может вызывать ожоги и болевые ощущения. Минимальное безопасное расстояние (в метрах), на котором человек может находиться от пламени, приблизительно составляет  $R = 1,6 H$ , где  $H$  - средняя высота факела пламени (в метрах) [64].

Опасность повышенной температуры среды (нагретый воздух) заключается в том, что вдыхание разогретого воздуха вместе с продуктами сгорания может привести к поражению органов дыхания и смерти. В условиях пожара повышение температуры среды до 60 °С является опасной для жизни человека, так как при дыхании воздух такой температуры приводит к некрозу верхних дыхательных путей и ожогов легочной ткани. Вдыхание нагретого при пожаре воздуха с температурой свыше 100 °С приводит к потере сознания и гибели уже через несколько минут.

При пожарах в воздухе отмечается высокое содержание окиси углерода, которая является ядовитым газом и вдыхание воздуха, в ко-

тором его содержание составляет 0,4 % - смертельно. Оксид углерода - влечет наибольшее количество жертв из-за того, что красные кровяные тельца теряют способность обеспечивать организм человека кислородом через создание карбоксигемоглобина.

Дым представляет собой большое количество мелких частичек несгоревших веществ, которые находятся в воздухе. Он вызывает интенсивное раздражение органов дыхания и слизистых оболочек (сильный кашель, слезотечение). Кроме того, в задымленных помещениях вследствие ухудшения видимости замедляется эвакуация людей, а иногда провести ее вообще невозможно. При значительной задымленности помещения видимость предметов, освещаемых лампочкой мощностью 20 Вт, составляет не более 2,5 м.

Недостаток кислорода обусловлен его расходом на химическую реакцию окисления горящих веществ и материалов, происходящую в процессе горения. Опасной для жизни человека считается ситуация, когда содержание кислорода в воздухе снижается до 14 % (норма 21 %). При этом теряется координация движений, появляется слабость, головокружение, затормаживается сознание. При 10-12 % смерть наступает в течение нескольких минут.

Разрушение конструкций происходит вследствие потери ими несущей способности под воздействием высоких температур и взрывов. При этом люди могут получить значительные механические травмы, оказаться под обломками разрушившихся конструкций. К тому же, эвакуация может быть просто невозможна, вследствие разрушения путей эвакуации.

Взрывы, вытекание опасных веществ могут произойти в результате разгерметизации емкостей и трубопроводов с опасными жидкостями и газами или их нагреве во время пожара. Взрывы увеличивают площадь горения и могут привести к образованию новых очагов. Люди, находящиеся поблизости, могут попасть под воздействие взрывной волны, поражаться разлетающимися обломками.

Паника, в основном, возникает в результате быстрых изменений психического состояния человека, как правило, депрессивного характера в условиях экстремальной ситуации (пожара). Большинство людей попадают в сложные и неординарные условия, которыми характеризуется пожар, впервые и не имеют соответствующей психической стойкости и достаточной подготовки. Когда воздействие факторов пожара превышает границу психофизиологических возможностей человека, то может наступить паника. При этом люди теряют рассудительность, их действия становятся неконтролируемыми и неадекватными. Паника — это очень опасное явление, способное привести к массовой

гибели людей.

Предельно допустимые значения опасных факторов пожара, при которых его воздействие не представляет угрозы здоровью человека и угрозы ущерба имуществу: интенсивность теплового излучения - более  $7,0 \text{ кВт/м}^2$ ; температура - более  $70 \text{ }^\circ\text{C}$ ; минимальная видимость - менее  $20 \text{ м}$ ; концентрация  $\text{CO}_2$  - более  $0,11 \text{ кг/м}^3$ ,  $\text{CO}$  - более  $1,16 \cdot 10^{-3} \text{ кг/м}^3$ ,  $\text{HCL}$  - более  $2,3 \cdot 10^{-7} \text{ кг/м}^3$ ,  $\text{O}_2$  - менее  $15 \%$ .

#### **16.4. Взаимная модификация природных и техносферных пожаров**

Особенностью природного пожара является возможность его возникновения только при пригодности растительных горючих материалов к возгоранию, при определенной фазы развития травянистой растительности и (или) наличии соответствующих климатических условий. Для возникновения техносферных пожаров соблюдения этих условий не требуется. Формирование природно-техносферного пожара происходит при взаимной модификации природного и техносферного пожаров [84, 87].

Основным последствием воздействия природных пожаров на населенные пункты и хозяйственные объекты является угроза их уничтожения. Прогнозируемыми параметрами воздействия при этом являются: время достижения фронтом пожара границ объекта, возможность переброса огня, и воспламенения или утери свойств объекта за счет воздействия опасных факторов пожара [56, 84].

Переход природного пожара на объекты происходит несколькими способами:

- за счет воздействия теплоизлучения от факела или самого факела пламени на горючие материалы объекта;
- путем распространения фронта горения на напочвенный покров и иные материалы, находящиеся на поверхности земли и под ней;
- за счет заброса на территорию объекта искр и горящих растительных горючих материалов.

Воздействие тепловых потоков на объекты оценивается возможностью воспламенения горючих материалов, характеризующиеся показателями пожаровзрывоопасности [39].

Пожаровзрывоопасность веществ и материалов - совокупность свойств, характеризующих их способность к возникновению и распространению горения. Следствием горения, в зависимости от его скорости и условий протекания, могут быть пожар (диффузионное горение) или взрыв (дефлаграционное горение предварительно перемешанной смеси горючего с окислителем).

Группа горючести - классификационная характеристика способности веществ и материалов к горению. Горение - экзотермическая реакция, протекающая в условиях ее прогрессивного самоускорения.

По горючести вещества и материалы подразделяют на три группы:

- негорючие (несгораемые) - вещества и материалы, не способные к горению в воздухе. Негорючие вещества могут быть пожаро-взрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

- трудногорючие (трудносгораемые) - вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но не способные самостоятельно гореть после его удаления;

- горючие (сгораемые) - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться при воздействии источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления. Горючие жидкости с температурой вспышки не более 61 °С относят к легковоспламеняющимся. Особо опасными называют легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки не более 28 °С.

Температура вспышки - наименьшая температура конденсированного вещества, при которой в условиях специальных испытаний над его поверхностью образуются пары, способные вспыхивать в воздухе от источника зажигания; устойчивое горение при этом не возникает. Вспышка - быстрое сгорание газопаровоздушной смеси над поверхностью горючего вещества, сопровождающееся кратковременным видимым свечением. Значение температуры вспышки применяется для характеристики пожарной опасности жидкости.

Температура воспламенения - наименьшая температура вещества, при которой в условиях специальных испытаний вещество выделяет горючие пары и газы с такой скоростью, что при воздействии на них источника зажигания наблюдается воспламенение. Воспламенение - пламенное горение вещества, инициированное источником зажигания и продолжающееся после его удаления. Значение температуры воспламенения применяется при определении группы горючести вещества, оценке пожарной опасности оборудования и технологических процессов, связанных с переработкой горючих веществ, при разработке мероприятий по обеспечению пожарной безопасности.

Температура самовоспламенения - наименьшая температура окружающей среды, при которой в условиях специальных испытаний наблюдается самовоспламенение вещества. Самовоспламенение - резкое увеличение скорости экзотермических объемных реакций, сопровождающееся пламенным горением и/или взрывом.

Нижний (верхний) концентрационный предел распространения пламени - минимальное (максимальное) содержание горючего вещества в однородной смеси с окислительной средой, при котором возможно распространение пламени по смеси на любое расстояние от источника зажигания.

Температурные пределы распространения пламени - такие температуры вещества, при которых его насыщенный пар образует в окислительной среде концентрации, равные соответственно нижнему (нижний температурный предел) и верхнему (верхний температурный предел) концентрационным пределам распространения пламени.

Температура тления - температура вещества, при которой происходит резкое увеличение скорости экзотермических реакций окисления, заканчивающихся возникновением тления. Тление - беспламенное горение твердого вещества (материала) при сравнительно низких температурах (400-600 °С), часто сопровождающееся выделением дыма.

Условия теплового самовозгорания - экспериментально выявленная зависимость между температурой окружающей среды, количеством вещества (материала), и временем до момента его самовозгорания. Самовозгорание - резкое увеличение скорости экзотермических процессов в веществе, приводящее к возникновению очага горения. Минимальная энергия зажигания - наименьшая энергия электрического разряда, способная воспламенить наиболее легко воспламеняющуюся смесь горючего вещества с воздухом. Кислородный индекс - минимальное содержание кислорода в кислородно-азотной смеси, при котором возможно свечеобразное горение материала в условиях специальных испытаний.

Способность взрываться и гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами - это качественный показатель, характеризующий особую пожарную опасность некоторых веществ. Нормальная скорость распространения пламени - скорость перемещения фронта пламени относительно несгоревшего газа в направлении, перпендикулярном к его поверхности. Скорость выгорания - количество жидкости (вещества), сгорающей в единицу времени с единицы площади. Скорость выгорания характеризует интенсивность горения жидкости (вещества).

Коэффициент дымообразования - показатель, характеризующий оптическую плотность дыма, образующегося при пламенном горении или термоокислительной деструкции (тлении) определенного количества твердого вещества (материала) в условиях специальных испытаний. Различают три группы материалов по дымообразующей способностью: малая - коэффициент дымообразования до  $50 \text{ м}^2 \text{ кг}^{-1}$  включи-

тельно; умеренная - коэффициент дымообразования свыше 50 до 500 м<sup>2</sup> кг<sup>-1</sup> включительно; высокой - коэффициент дымообразования свыше 500 м<sup>2</sup> кг<sup>-1</sup>.

Индекс распространения пламени - условный безразмерный показатель, характеризующий способность веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. По этому показателю материалы подразделяются: не распространяющие пламя по поверхности - индекс распространения пламени равен 0; медленно распространяющие пламя по поверхности - индекс распространения пламени свыше 0 до 20 включительно; быстро распространяющие пламя по поверхности - индекс распространения пламени свыше 20.

Одним из вероятных способов воздействия природного пожара на объекты с учетом показателей пожаровзрывоопасности веществ и материалов является перенос горящих частиц на горючие материалы объекта. Для оценки возможности загорания объекта необходимо определить дальности переноса частиц. При переносе частиц на расстояние большее, чем расстояние от объекта до фронта природного пожара, возможен переход пожара на объект. Дальность переноса горящих частиц зависит от вида и силы пожара (высот конвективной колонки), скорости ветра, размера и длительности горения переносимых частиц. В таблице 14 приведены примерные расстояния переноса горящих частиц при различных значениях скорости ветра для верховых и сильного низового пожаров, при которых происходит формирование конвективных колонок.

Таблица 14 - Средние величины дальности заброса горящих частиц (м), приводящих к возгоранию, в зависимости от силы пожара

Скорость ветра, м/с	Низовой пожар сильной степени, верховой слабой степени	Верховой пожар средней степени	Верховой пожар сильной степени
3-5	25-35	50-60	80-90
8-10	50-70	100-110	170-180
15-20	100-130	200-210	330-350

Если объект находится от кромки пожароопасного массива на расстоянии 350-400 м, то необходимо провести оценку возможной пожарной обстановки и соответствующие противопожарные мероприятия. В переходных территориях от растительных экосистем к техносфере в зависимости от уровня насыщенности техносферными объектами можно выделить три зоны или полосы - прилегающую к растительным экосистемам, прилегающую к техносфере и промежуточную. Основой выделения зон в переходных экосистемах является ее насыщенность

структурными составляющими тех территорий, между которыми она находится. В зоне расположенной вдоль растительных экосистем насыщенность ее растительными компонентами значительно выше, чем в зоне расположенной вдоль техносферы. Между ними можно выделить промежуточную зону, в пределах которой близкие уровни влияния растительных экосистем и техносферы. Эти зоны не имеют четких границ, могут располагаться как в широтном, так и меридиональном направлении. Вдоль транспортной инфраструктуры, зона с объектами техносферы может значительно вклиниваться в растительную экосистему [84].

Модификация природного пожара в техносферный происходит за счет воздействия пламени или его теплового излучения, переходе фронта огня, забросе искр и горящих частиц на объекты техносферы. Вероятность такой модификации зависит от вида и интенсивности пожара, скорости ветра, размера и длительности горения переносимых частиц, вида горючих растительных материалов. При скорости ветра 3-5 м/сек, дальность переноса горящих частиц, при низовом пожаре сильной интенсивности и верховом пожаре слабой интенсивности, составляет 25-35 м. При верховом пожаре средней интенсивности - 50-60 м, а сильной интенсивности - 80- 90 м. Увеличение скорости ветра на 5 м/сек, дальность переноса частиц увеличивается в 2 раза [56, 87].

Модификация техносферного пожара в природный пожар обуславливается видом и интенсивностью техносферного пожара, высотой пламени и дальностью переноса горящих частиц, а также пригодностью растительных горючих материалов к возгоранию. Учитывая дальность переноса горящих частиц, повышение скорости ветра при различных видах природных пожаров, величина лимитрофной территории между растительными экосистемами и границами техносферы (урбанизированными территориями), в целях недопущения возникновения природно-техносферного пожара, должна быть не менее одного километра.

### **16.5. Опасные факторы пожаров на загрязненных радионуклидами территориях**

Радиоактивный природный пожар – природный пожар, при котором горят загрязненные радионуклидами растительные горючие материалы и образующиеся продукты горения (зола, недожог, дымовая аэрозоль, газообразные продукты).

При радиоактивных выбросах лесные насаждения задерживают значительно больше радионуклидов, чем открытые пространства. Основная масса радионуклидов сосредотачивается в лесной подстилке и верхнем слое почвы. Особенно хорошо они адсорбируются глинистыми материалами и органометным веществом почвы. В растения эти элементы поступают главным образом через корни. Накопление ради-

онуклидов в растении зависит от ряда факторов: уровня плотности загрязнения и физико-химических свойств почвы, микрорельефа (в пониженных наблюдается большая загрязненность деревьев), времени года, древесной породы, физиологического состояния дерева (чем лучше состояние дерева, тем сильнее удельная загрязненность) и других факторов. В наибольшей степени загрязненной оказывается хвоя (листья), затем, в порядке убывания, следует кора, корни, древесина. Весной самый высокий уровень радиоактивности у молодых побегов, на порядок больше чем у хвои.

При природных радиоактивных пожарах действуют поражающие факторы, относящиеся к теплофизическим, химическим и радиофизическим. Характером проявления поражающего действия теплофизическим фактора является пламя, нагрев тепловым потоком, тепловой удар, помутнение воздуха, опасные дымы, недостаток кислорода в зоне горения, разлет горящих частиц, огненные вихри и смерчи. Химические факторы проявляются в загрязнение атмосферы, почвы, грунтов, гидросферы. Характером проявления воздействия радиофизического фактора является ионизирующие излучения, образование радиоактивных продуктов горения горючих материалов, являющихся открытыми источниками ионизирующего излучения, недостаток кислорода в зоне горения, разлет горящих частиц, огненные вихри и смерчи, радиоактивное загрязнение атмосферы, почвы, растений, гидросферы.

Природные (лесные) пожары, даже если их интенсивность невелика, способствуют вторичному загрязнению прилегающих территорий. Главная опасность таких пожаров – открытые источники ионизирующего излучения, которые находятся в продуктах сгорания горючих материалов. Концентрация их в золе и недожоге может составлять сотни тысяч и миллионы беккерелей на 1 кг их массы [82].

Основными носителями радиационной опасности при лесных пожарах выступают твердые продукты горения - недожог и зола. Недожог представляет собой не полностью сгоревшие растительные горючие материалы. Часть недожога остается на пожарище в виде обугленных органических веществ, а часть в виде мелких твердых частичек дыма (сажи) уносится ветром. Зола - несгораемый остаток, образующийся при сжигании вещества органического происхождения. Дым относится к аэрозолям (дисперсная система, состоящая из твердых или жидких частиц, взвешенных в газообразной среде) с размером частиц от 0,1 до 10 мкм. Частицы очень малых размеров (до 5 мкм) свободно проникают в легкие.

Твердые частицы в дымовых газах - это недожог горючих материалов и зола, в золе и недожоге хвои сосны содержится радионуклидов

от 12 до 44 раз больше, чем в самой хвое в воздушно-сухом состоянии, а по сухим веточкам сосны это превышение составляет 55 раз. В нижнем слое лесной подстилки недожог и зола имели удельную активность, превышающую лишь в 3 раза данный показатель до сжигания слоя. В районах, загрязненных радионуклидами пожар в лесу, охвативший площадь 200 га, может дать 70 т радиоактивной золы, переходящей в аэрозоли дымов. Скорость сгорания растительных горючих материалов на фронте пятнистых пожаров составляет десятки кг/мин [79].

Одной из особенностей пожаров является формирование над ними конвекционных потоков. Конвекционная колонна - конвекционный ток воздушных масс над пожаром с преобладающей вертикальной составляющей. Пожары со скоростью выгорания горючих материалов несколько килограммов в 1 минуту с 1 метра кромки формируют конвективные колонки высотой до 1000... 1500 м. При скорости выгорания до нескольких десятков килограммов в минуту конвективные колонки достигают высоты более 1500 м. При слабых низовых пожарах площадью до 2 га, при ветре до 2 м/с могут образовываться конвекционные колонки высотой 300...400 м. При скорости ветра до 3 м/с и более колонка над такими пожарами не образуется, так как горизонтальный поток воздуха сносит и размывает ее. Дым над очагом, а вместе с ним и продукты сгорания, загрязненные радионуклидами, поднимаются вверх на километры и затем разносятся на большие расстояния горизонтальными потоками воздуха.

В дымах природных пожаров преобладают частицы размером 0.2... 1.6 мкм, которые могут осаждаться длительное время: на расстоянии от источника дыма равном 2 км - от 168 дней до 67 лет, на расстоянии 6 км - от 504 дней до 200 лет и на расстоянии 12 км - от 1000 дней до 400 лет. Более крупные частицы природных пожаров осаждаются значительно быстрее. Частицы размером 20 мкм осаждаются на расстоянии 2 км за 1.8 дня, на расстоянии 6 км - за 5.4 дня и на расстоянии 12 км - за 10,8 дня. В спокойном воздухе скорость осаждения частиц размером 100 мкм составляет 25 см/с, 10 мкм - 0,3 см/с, а 1 мкм - всего 0,003 см/с. Это означает, что частицы размером 100 мкм при высоте выброса 10 м оседут за 40 с, а размером 1 мкм - лишь за 93 ч. При природных пожарах высота выброса дымов чаще всего превышает 10 м, составляя сотни метров и даже километры. Следовательно, выпадение твердых частиц из дымовых аэрозолей может продолжаться не считанные часы, а десятки дней, когда пожар уже потушен или территория пройдена огнем и горение прекратилось [79]. Кроме того, на месте пожаров образуется до 700 -900 т/га золы и недожога с активностью, близкой или соответствующей активности твердых низко активных радиоактивных отходов.

## ГЛАВА 17. ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

### 17.1. Классификация отходов

Ежегодно в мире на свалки отправляются миллиарды тонн отходов, а перерабатывается лишь незначительная их часть (в среднем по миру — проценты, в развитых странах — 10-30 %). В ряде стран недостаточно мест, пригодных для захоронений отходов. Для переработки и избавления от отходов требуются большие затраты. Пургаментология - комплексная наука об отходах (от латинского слова purgamentos – мусор, сор и древнегреческого logos – наука), включающая вопросы образования, размещения и утилизации отходов, а также управление ими. Эта наука объединяет в единую систему экологические, технологические, экономические и иные аспекты обращения с отходами.

В нашей стране правовые основы обращения с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечения таких отходов в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья определяет Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ (ред. от 31.12.2017) «Об отходах производства и потребления» [21]. В 2015 году объем отходов составил 5060,2 миллиона тонн, из них почти половина использована и обезврежена.

Отходы производства и потребления (отходы) - вещества или предметы, которые образованы в процессе производства, выполнения работ, оказания услуг или в процессе потребления, которые удаляются, предназначены для удаления или подлежат удалению. Все то, что производится, добывается и потребляется, рано или поздно превращается в отходы. Образующиеся отходы делят на отходы производства и потребления, которые могут находиться в газообразном, жидком, пастообразном или твердом состоянии, представляя собой различную степень опасности и токсичности для окружающей природной среды и человека.

В зависимости от степени негативного воздействия на окружающую среду отходы подразделяются на пять классов опасности: I класс - чрезвычайно опасные отходы; II класс - высокоопасные отходы; III класс - умеренно опасные отходы; IV класс - малоопасные отходы; V класс - практически неопасные отходы. Уровень негативного воздействия отходов на природную среду оценивается степенью их токсичности, приводящей к различным степеням экологического неблагополучия в местах образования и размещения отходов. Опасные -отходы производства и потребления с I по IV класс опасности для окружающей среды составили в 2015 году 2,2 % общего количества отходов.

Экологическая обстановка в местах образования и размещения отходов может быть классифицирована следующим образом: относительно удовлетворительная, напряженная, критическая, кризисная и катастрофическая. В зависимости от степени экологического неблагополучия в местах образования и размещения отходов наблюдаются изменения природной среды и деградация естественных экосистем, нередко приводящие к изменению среды обитания и состояния здоровья человека.

Каждой тонне мусора на стадии потребления соответствует 5 тонн отходов на стадии изготовления продукции и 20 тонн - при получении первичных ресурсов – сырья. При изготовлении предметов потребления, остатки которых стали 1 кг мусора уже было накоплено 25 килограмм отходов. Сегодня в мире на 1 тонн конечного продукта образуется 10 тонн отходов при его производстве и 100 тонн отходов при добыче сырья (как правило -1:10:100).

Во всех странах мира неуклонно возрастает количество твердых коммунальных отходов и в настоящий момент составляет на душу населения 200-800 кг/год. Твердые коммунальные отходы - отходы, образующиеся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами, а также товары, утратившие свои потребительские свойства в процессе их использования физическими лицами в жилых помещениях в целях удовлетворения личных и бытовых нужд. К твердым коммунальным отходам также относятся отходы, образующиеся в процессе деятельности юридических лиц, индивидуальных предпринимателей и подобные по составу отходам, образующимся в жилых помещениях в процессе потребления физическими лицами.

В России ежегодно образуется около 130 миллионов м<sup>3</sup> твердых коммунальных отходов. При массе одного кубического метра таких отходов (неуплотненного) 200-220 килограмм это составляет 26-28 миллионов тонн в год. Из этого количества промышленной переработке подвергается не более 5 %, остальное вывозится на свалки и полигоны для захоронения твердых коммунальных отходов в пригородных зонах. В связи с ростом городского населения все большее значение приобретает проблема сбора и вывоза отходов.

Среднее по России расстояние вывоза твердых коммунальных отходов составляет 20 километров, в крупных городах с населением более 500 тысяч жителей оно возрастает до 45 километров и более. Дальность по вывозу твердых коммунальных отходов ежегодно возрастает в среднем на 1,5 км, а себестоимость их транспортировки составляет на 15-20 %.

Состав и объем бытовых отходов чрезвычайно разнообразны и зависят не только от страны и местности, но и от времени года и от

многих других преимущественно географических факторов.

Структура отходов подразделяется:

- по сезонам года - изменение доли пищевых отходов с 20 -25 % весной до 40 -55 % осенью связано с большим потреблением овощей и фруктов в рационе питания, а зимой и осенью в зоне средней полосы сокращается содержание мелкого отсева (уличного смета) с 11 до 5 %;

- в связи с изменением структуры потребления - последние годы в составе твердых коммунальных отходов существенно уменьшилась доля пищевых отходов, кожи, резины, стекла и значительно возросло содержание упаковочных материалов (бумага, картон, полиэтилен);

- в связи с уровнем благосостояния населения;

- в связи с ростом доли благоустроенного жилья - с переходом на централизованное теплоснабжение резко уменьшается содержание в твердых коммунальных отходах золы и шлака;

На общее накопление отходов влияют следующие факторы:

- географическое положение и климатические условия - степень благоустройства зданий (наличие мусоропроводов, системы отопления, тепловой энергии для приготовления пищи, водопровода и канализации);

- развитие сети общественного питания и бытовых услуг;

- уровень охвата коммунальной очисткой культурно-бытовых и общественных организаций;

- уровень производства товаров массового спроса и культура торговли.

## **17.2. Обращение с отходами**

Обращение с отходами включает ряд мероприятий, включающих деятельность по сбору, накоплению, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов.

Сбор отходов - прием или поступление отходов от физических лиц и юридических лиц в целях дальнейшей обработки, утилизации, обезвреживания, транспортирования, размещения таких отходов. Транспортирование отходов - перемещение отходов с помощью транспортных средств вне границ земельного участка, находящегося в собственности юридического лица или индивидуального предпринимателя, либо предоставленного им на иных правах. Накопление отходов - временное складирование отходов (на срок не более чем одиннадцать месяцев) в местах (на площадках), обустроенных в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, в целях их дальнейшей утилизации, обезвреживания, размещения, транспортирования. Обработка отходов - предварительная подготовка отходов к дальнейшей утилизации, включая их сортировку, разборку, очистку.

Таблица 15 - Образование, использование, обезвреживание и размещение отходов производства и потребления в Российской Федерации (миллионов тонн)<sup>1)</sup>

Показатели/ годы	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Образование отходов производства и потребления - всего	2613,5	2644,3	3035,5	3519,4	3899,3	3876,9	3505,0	3734,7	4303,3	5008	5152,8	5168,3	5060,2	5441,3
в том числе опасных <sup>2)</sup>	287,3	142,8	142,5	140,0	287,7	122,9	141,0	114,4	120,2	113,7	116,7	124,3	110,1	98,3
Использование и обезвреживание отходов производства и потребления	1342,7	1140,9	1265,7	1395,8	2257,4	1960,7	1661,4	1738,1	1990,7	2348	2043,6	2357,2	2685,1	3243,7
Размещение отходов производства и потребления на объектах, принадлежащих предприятию - всего из них в местах:	1747,2	2316,0	2077,3	2732,5	2782,8	2517,3	2334,2	2227,5	2584,4	2912,0	4897,7	2951,4	2333,1	2620,8
хранения	1385,6	1866,0	1670,9	2189,1	1746,1	1868,5	1650,6	1634,5	1919,4	2109	4071,8	2426,2	1978,1	2105,3
захоронения	361,6	450,0	406,5	543,4	1036,8	648,9	683,6	593,0	665,0	777,3	814,9	524,5	354,6	503,8

Примечание:

1) - 2003 год - по данным бывшего Министерства природных ресурсов Российской Федерации, 2004-2009 годы - по данным Ростехнадзора, с 2010 года - по данным Росприроднадзора

2) - Опасные -отходы производства и потребления с I по IV класс опасности для окружающей среды

Размещение отходов - хранение и захоронение отходов. Хранение отходов - складирование отходов в специализированных объектах сроком более чем одиннадцать месяцев в целях утилизации, обезвреживания, захоронения. Захоронение отходов - изоляция отходов, не подлежащих дальнейшей утилизации, в специальных хранилищах в целях предотвращения попадания вредных веществ в окружающую среду.

Утилизация отходов - использование отходов для производства товаров (продукции), выполнения работ, оказания услуг, включая повторное применение отходов, в том числе повторное применение отходов по прямому назначению (рециклинг), их возврат в производственный цикл после соответствующей подготовки (регенерация), а также извлечение полезных компонентов для их повторного применения (рекуперация). Обезвреживание отходов – уменьшение массы отходов, изменение их состава, физических и химических свойств (включая сжигание и (или) обеззараживание на специализированных установках) в целях снижения негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Места размещения отходов подразделяются на объекты размещения, хранения и обезвреживания отходов. Объекты размещения - это специально оборудованные сооружения, предназначенные для размещения отходов (полигон, шламохранилище, в том числе шламовый амбар, хвостохранилище, отвал горных пород и другое) и включающие в себя объекты хранения и захоронения отходов. Объекты хранения и обезвреживания отходов представляют собой специально оборудованные сооружения, которые обустроены в соответствии с требованиями законодательства в области охраны окружающей среды и обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и предназначены для долгосрочного складирования отходов в целях их последующих утилизации, обезвреживания, захоронения или обезвреживания отходов.

Отходы складировуют:

- на специально обустроенных и предназначенных для этих целей площадках, в наземных и подземных сооружениях, находящихся как на территории предприятий, так и за их пределами. К ним относятся накопители промышленных отходов: хвосто- и шламохранилища, пруды и отстойники, могильники, отвалы, терриконы.

- на полигонах, принадлежащих отдельным производственно-хозяйственным организациям или их группам, на которых хранят и захоранивают отдельные виды промышленных отходов или их совокупность, и на полигонах, предназначенных для обезвреживания и захоронения опасных промышленных отходов.

- полигоны для совместного захоронения твердых коммунальных и отдельных видов промышленных отходов,
- санкционированные накопители или свалки твердых коммунальных и нетоксичных промышленных отходов.

Оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами - индивидуальный предприниматель или юридическое лицо, осуществляющие деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению твердых коммунальных отходов. Региональный оператор по обращению с твердыми коммунальными отходами - это юридическое лицо, которое обязано заключить договор на оказание услуг по обращению с отходами с собственником твердых коммунальных отходов, которые образуются и места сбора которых находятся в зоне деятельности регионального оператора.

Юридические лица, индивидуальные предприниматели, осуществляющие деятельность по сбору, транспортированию, обработке, утилизации отходов I - IV классов опасности, обязаны получить лицензию на ее осуществление.

При архитектурно-строительном проектировании, строительстве, реконструкции, капитальном ремонте зданий, сооружений и иных объектов, в процессе эксплуатации которых образуются отходы, необходимо предусматривать места (площадки) для сбора таких отходов в соответствии с установленными федеральными нормами и правилами, и иными требованиями в области обращения с отходами.

Запрещается ввод в эксплуатацию зданий, сооружений и иных объектов, которые связаны с обращением с отходами и не оснащены техническими средствами и технологиями обезвреживания и безопасного размещения отходов. Юридические лица и индивидуальные предприниматели при эксплуатации зданий, сооружений и иных объектов, связанной с обращением с отходами, обязаны:

- соблюдать федеральные нормы и правила и иные требования в области обращения с отходами;
- разрабатывать проекты нормативов образования отходов и лимитов на размещение отходов в целях уменьшения количества их образования;
- вносить плату за негативное воздействие на окружающую среду при размещении отходов;
- соблюдать требования при обращении с группами однородных отходов;
- внедрять малоотходные технологии на основе новейших научно-технических достижений, а также внедрять наилучшие доступные технологии;

- проводить инвентаризацию, мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды объектов на территориях объектов размещения отходов;

- соблюдать требования по предупреждению аварий, связанных с обращением с отходами, и принимать неотложные меры по их ликвидации;

- разрабатывать планы мероприятий по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций техногенного характера, связанных с обращением с отходами, планы ликвидации последствий этих чрезвычайных ситуаций.

Определение места строительства объектов размещения отходов, осуществляется на основе специальных (геологических, гидрологических и иных) исследований. После окончания эксплуатации данных объектов размещения отходов их собственники обязаны проводить контроль за их состоянием и воздействием на окружающую среду и работы по восстановлению нарушенных земель.

Запрещается захоронение отходов:

- в границах населенных пунктов, лесопарковых, курортных, лечебно-оздоровительных, рекреационных зон;

- водоохранных зон, на водосборных площадях подземных водных объектов, которые используются в целях питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения;

- в местах залегания полезных ископаемых и ведения горных работ в случаях, если возникает угроза загрязнения этих мест;

- на объектах, которые не внесены в государственный реестр объектов размещения отходов;

- в состав которых входят полезные компоненты, подлежащие утилизации и применению твердых коммунальных отходов для рекультивации земель и карьеров.

При ликвидации горных выработок могут использоваться вскрышные и вмещающие горные породы, отходы производства черных металлов IV и V классов опасности.

Территории муниципальных образований подлежат регулярной очистке от отходов в соответствии с экологическими, санитарными и иными требованиями.

Региональная программа в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами публикуется в сети "Интернет" на официальном сайте субъекта Российской Федерации для всеобщего и бесплатного доступа и должна содержать:

- значения целевых показателей в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, достижение

которых обеспечивается в результате реализации соответствующей программы;

- перечень мероприятий в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, с указанием ожидаемых результатов в натуральном и стоимостном выражении, включая экономический эффект от реализации соответствующей программы, сроки проведения указанных мероприятий;

- информацию об источниках финансового обеспечения мероприятий в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами и иные вопросы.

Перечень мероприятий в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, должен содержать мероприятия, направленные на:

- стимулирование строительства объектов, предназначенных для обработки, утилизации, обезвреживания, захоронения отходов, в том числе твердых коммунальных отходов;

- финансирование строительства объектов по сбору, транспортированию, обработке и утилизации отходов от использования товаров;

- стимулирование утилизации отходов;

- выявление мест несанкционированного размещения отходов;

- предупреждение причинения вреда окружающей среде при размещении бесхозяйных отходов, в том числе твердых коммунальных отходов, выявление случаев причинения такого вреда и ликвидацию его последствий;

- обеспечение доступа к информации в сфере обращения с отходами.

В целях организации и осуществления деятельности по накоплению (в том числе разделному накоплению), сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, захоронению отходов уполномоченным органом исполнительной власти субъекта Российской Федерации утверждается территориальная схема в области обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами. Территориальная схема обращения с отходами разрабатывается в соответствии с документами территориального планирования.

Территориальная схема обращения с отходами публикуется в сети "Интернет" для всеобщего и бесплатного доступа и должна включать в себя:

- данные о нахождении источников образования отходов на территории субъекта Российской Федерации (с нанесением источников их образования на его карту);

- данные о количестве образующихся отходов с разбивкой по видам и классам опасности отходов;

- данные о установленных целевых показателях по обезвреживанию, утилизации и размещению отходов (с разбивкой по годам);
- данные о нахождении мест накопления отходов;
- данные о месте нахождения объектов обработки, утилизации, обезвреживания отходов;
- данные о месте нахождения объектов размещения отходов, включенных в государственный реестр объектов размещения отходов;
- баланс количественных характеристик образования, обработки, утилизации, обезвреживания, размещения отходов, в том числе твердых коммунальных отходов;
- схему потоков отходов, в том числе твердых коммунальных отходов, от источников их образования до объектов обработки, утилизации, обезвреживания отходов, объектов размещения отходов, включенных в государственный реестр объектов размещения отходов, которая включает в себя графические обозначения мест, количество образующихся отходов, количество объектов, используемых для обработки, утилизации, обезвреживания, размещения отходов;
- данные о планируемом строительстве, реконструкции, выведении из эксплуатации объектов обработки, утилизации, обезвреживания, размещения отходов, в том числе твердых коммунальных отходов;
- оценку объема соответствующих капитальных вложений в строительство, реконструкцию, выведение из эксплуатации объектов обработки, утилизации, обезвреживания, размещения отходов, в том числе твердых коммунальных отходов;
- прогнозные значения предельных тарифов в области обращения с твердыми коммунальными отходами, рассчитанные в соответствии с требованиями к составу и содержанию территориальных схем;
- сведения о зонах деятельности регионального оператора;
- электронную модель территориальной схемы обращения с отходами.

Территориальная схема обращения с отходами разрабатывается, проходит процедуру общественного обсуждения, включающую представление заинтересованными федеральными органами исполнительной власти предложений, замечаний к проекту этой территориальной схемы и подготовку органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации по результатам рассмотрения таких предложений и замечаний соответствующего заключения, утверждается и корректируется в установленном порядке.

При образовании в процессе деятельности отходов I - V классов опасности, обязательно осуществляется отнесение соответствующих отходов к конкретному классу опасности с его подтверждением. На

основании данных о составе отходов, оценки степени их негативного воздействия на окружающую среду составляется паспорт отходов I - IV классов опасности. Лица, которые допущены к сбору, транспортированию, обработке, утилизации, обезвреживанию, размещению отходов I - IV классов опасности, обязаны иметь документы о квалификации, выданные по результатам прохождения профессионального обучения или получения дополнительного профессионального образования, необходимых для работы с отходами I - IV классов опасности.

Транспортирование отходов должно осуществляться при следующих условиях:

- наличие паспорта отходов;
- наличие специально оборудованных и снабженных специальными знаками транспортных средств;
- соблюдение требований безопасности к транспортированию отходов на транспортных средствах;
- наличие документации для транспортирования и передачи отходов с указанием количества транспортируемых отходов, цели и места назначения их транспортирования.

Ввоз отходов на территорию Российской Федерации в целях их захоронения и обезвреживания запрещается, а в целях их утилизации осуществляется на основании разрешения, выданного в установленном порядке.

### **17.3. Нормирования размещения отходов**

Нормативы образования отходов производства и потребления и лимиты на их размещение устанавливаются в целях предотвращения их негативного воздействия на окружающую среду жизнь и здоровье людей.

В основу нормирования размещения отходов положены:

- разрешительный принцип (на основе разрешений органов по охране окружающей среды), учитывающий порядок накопления, хранения, размещения отходов на территории предприятия и за его пределами, а также условия передачи их другим предприятиям с целью использования, обезвреживания и удаления;
- приоритетный принцип экологической безопасности над всеми прочими интересами;
- принцип экологической и экономической целесообразности обоснования размещения, как для предприятия, так и для региона;
- условия сокращения неиспользуемых отходов;
- принцип оплаты за размещение отходов (оплата только за размещение; оплата за размещение плюс за загрязнение окружающей среды; оплата за размещение плюс за загрязнение окружающей среды и плюс за вред, наносимый окружающей среде).

Нормирование объемов размещения отходов зависит непосредственно от вида размещения отходов:

- размещение — как технологическая стадия, с целью накопления отходов в качестве сырья для использования по месту образования или передачи по договору другим организациям;

- размещение — как временное хранение на объекте при отсутствии технологии переработки или договора о передаче другим предприятиям на период решения проблемы (разработки и реализации мероприятий или технологии). Под временным хранением понимают хранение в течение года плюс дополнительное время, определяемое утвержденным календарным планом реализации проекта использования или удаления отходов;

- размещение — как длительное хранение на территории предприятия или на отдельно стоящих объектах, принадлежащих предприятию, с перспективой использования отходов в отдаленном времени;

- захоронение — как способ удаления отходов без перспективы использования или с перспективой использования в отдаленном времени.

Все отходы, размещаемые либо на территории предприятия, либо вывозимые за его пределы на специальные сооружения или объекты, нормируют. Для этого пользуются нормативами предельного размещения отходов и лимитами на их размещение. Количество отходов, не отнесенное к нормативам или лимитам, является сверхлимитным.

Норматив предельного размещения отходов устанавливают для каждого вида отхода на один год, исходя из потребности и технической возможности размещения с учетом объема и периодичности поставок.

Норматив технологический — количество отходов, образующихся за год по технологическому регламенту или техническому проекту при 100 %-м использовании производственной мощности. Этот норматив может изменяться в диапазоне от 100 % до 0 % в зависимости от изменения годовой мощности предприятия, параметров технологического процесса, качества сырья и других показателей.

Норматив фактического образования отхода включает в себя технологический норматив и дополнительное количество, образующееся за счет нарушений технологического режима (неполадки, износ оборудования и другие причины). К нормативу фактического образования отхода относится и количество отходов, оставшееся в результате перепрофилирования предприятия. Норматив фактического образования отхода является максимальным значением норматива размещения.

В случае, когда не может быть установлен норматив размещения отхода на конкретном предприятии, вводят ограничение или так называемый лимит на размещение отхода. Лимит размещения отходов — это

объем или масса отходов, допускаемых к размещению в установленный период времени. Определяют его исходя из норм расхода сырья и материалов в зависимости от планируемого объема производства продукции за вычетом объема или массы отходов, используемых в качестве сырья и материалов или переданных сторонним природопользователям в качестве сырья и материалов. Любое количество отхода, при размещении которого не соблюдается экологическая безопасность, называют сверхлимитом или сверхлимитным размещением отходов.

Места захоронения и хранения отходов подлежат инвентаризации — систематизации всех сведений о местах складирования, хранения и захоронения отходов производства и потребления, которая включает:

- определение площадей, занятых под места складирования, хранения и захоронения отходов;
- оценку заполнения и наличия свободных объемов мест складирования и захоронения отходов;
- определение основного вида отходов в местах складирования, хранения и захоронения отходов;
- установление наличия в местах складирования, хранения и захоронения отходов I–IV классов опасности;
- оценку технического состояния мест складирования, хранения и захоронения отходов;
- оценку степени влияния мест складирования, хранения и захоронения отходов на окружающую среду;
- проверку организации создания режимной наблюдательной сети на полигонах;
- оценку соответствия объекта размещения отходов экологическим, строительным и санитарным нормам и правилам, а также другим нормативным документам.

Не подлежат инвентаризации специальные места размещения радиоактивных отходов, кладбища и скотомогильники, относящиеся к ведению атомного, санитарного и ветеринарного надзора, а также места размещения отходов, рекультивированные или подлежащим образом законсервированные после окончания срока их эксплуатации.

При проведении инвентаризации особое внимание должно быть обращено на места захоронения и объекты размещения отходов, расположенные на периодически затопляемых поймах, на размываемых берегах, оползневых, селеопасных и лавиноопасных участках, а также на объектах, находящихся вблизи границ водоохранных зон в переполненном или аварийном состоянии. Инвентаризации подлежат все объекты и места размещения отходов производства и потребления, занимающие площадь более 1 га или вмещающие более 1 тыс. т, либо 5 тыс. м<sup>3</sup> отходов.

#### **17.4. Предотвращение негативного воздействия отходов на человека**

Существующая схема сбора отходов включает следующие операции:

1) в зоне многоэтажной застройки сбор производится в металлические контейнеры, устанавливаемые на специальной контейнерной площадке. Основные недостатки контейнеров состоят в значительной их массе, малой коррозионной стойкости и относительно высокой стоимости; не обеспечиваются надлежащие меры санитарии;

2) с целью вывоза отходов применяют спецтранспорт:

- с различными механизмами загрузки-выгрузки отходов, характером процесса уплотнения отходов;

- с различной вместимостью кузова: мини-мусоровозы (7-10 м<sup>3</sup>), средние (16-45 м<sup>3</sup>) и большегрузные (более 45 м<sup>3</sup>);

- для вывоза отходов из жилых зданий и общественных организаций,

- для вывоза крупногабаритных отходов.

Необходимо производить сортировку и селективный сбор отходов, причем при любом способе транспортирования. Технологии переработки отходов, как правило, включают в себя компостирование органического материала, извлечение металла и пластика, сжигание относительно сухих фракций отходов и т.д. Вместе с тем, даже самые современные схемы удаления отходов включают полигоны захоронения, куда поступают остатки от переработки отходов.

Для выбора метода и оборудования переработки отходов существенную роль играют их состав, количество, цена и экологическая безопасность. Вторичную переработку осуществляют по четырем основным вариантам: обезвреживание, извлечение полезных веществ, уничтожение и захоронение. Система транспортировки заключается в вывозе собранных отходов специально оборудованными автомобилями к местам переработки и захоронения. Система переработки отходов состоит из сооружений, в которых отходы либо хранят, либо перерабатывают с целью их нейтрализации, уменьшения занимаемого ими объема.

Схема санитарной очистки, городов от бытовых и промышленных отходов как правило, включает четыре этапа:

- анализ существующего положения в системе управления отходами;

- разработку системы организационных мероприятий;

- разработку технических решений по утилизации отходов;

- разработку схемы финансирования на создание и эксплуатацию системы управления отходами в целом.

На первом этапе разработки схемы санитарной очистки уточняют морфологический состав различных отходов, проводят анализ сложившейся системы управления отходами, определяют ее достоинства

и недостатки, выявляют источники финансирования, оценивают правовую основу функционирования всей системы.

На втором этапе анализируют нормативно-правовые документы, применяемые в городе, определяют направления и размеры их корректировки с учетом конкретных экономических условий данного города или населенного пункта.

Третий этап включает технические аспекты создания системы управления отходами. Это анализ и сравнение технологий сбора, транспортировки и переработки отходов по экономическим и экологическим критериям, по результатам которых выбирают наиболее подходящие для каждого конкретного случая технические решения. Немаловажное значение при этом имеют выбор мест для размещения объектов санитарной очистки, разработка маршрутов и график движения транспорта. По результатам второго и третьего этапов разработки схемы составляют примерную смету расходов и план мероприятий по реализации системы управления отходами.

Четвертый этап включает рассмотрение возможности финансирования системы управления отходами. Современные эффективные методы санитарной очистки, включающие применение современных мусоровозов, строительство мусороперегрузочных станций, оснащение заводов высокоэффективными системами сжигания и газоочистки, а также обустройство полигонов, требуют значительных материальных затрат. Для успешной реализации разрабатываемой системы управления отходами санитарную очистку финансируют из нескольких источников, включающих: городской бюджет, финансирование за счет пользователей, коммерческие кредиты банков и межгосударственные кредиты.

На завершающем этапе анализируют возможности каждого из перечисленных источников финансирования, выбирая наиболее перспективные, определяют тарифную политику городских властей.

Схему санитарной очистки разрабатывают и уточняют в среднем один раз в 5 лет для каждого города или региона России с учетом географического положения, экономического и социального состояния. Разработанную схему предварительно рецензируют, утверждают (правительство региона или администрация города) и затем реализуют в соответствии с разработанным планом.

Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [7] направлена на формирование и перспективное развитие новой отрасли промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, объединяющей в своей инфраструктуре:

- хозяйствующие субъекты, реализующие деятельность по созданию, производству и выпуску техники, технологий, установок, оборудования для обработки, утилизации и обезвреживания отходов;
- научно-исследовательские, опытно-конструкторские организации, учреждения, занятые в сфере разработки инновационных технологий ресурсосбережения, обработки, утилизации и обезвреживания отходов;
- хозяйствующие субъекты одной или нескольких отраслей экономики, осуществляющие деятельность в области обработки, утилизации и обезвреживания отходов, производства продукции из вторичного сырья.

В данном документе используются следующие понятия.

Отрасль промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов - совокупность экономически, технически и организационно взаимосвязанных хозяйствующих субъектов одной или нескольких отраслей экономики, осуществляющих деятельность по вовлечению отходов хозяйственный оборот, созданию и развитию инновационных технологий ресурсосбережения, обработки, утилизации и обезвреживания отходов, внедрению специального промышленного оборудования, техники, установок по экологически безопасному обращению с отходами.

Экотехнопарк - объединенный энергетическими и взаимозависимыми материально-сырьевыми потоками и связями комплекс объектов, включающий в себя здания и сооружения, технологическое и лабораторное оборудование, используемые в деятельности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, обеспечивающий их непрерывную переработку и производство на их основе промышленной продукции, а также осуществление научной, исследовательской и (или) образовательной деятельности.

Многофункциональный комплекс по промышленному обезвреживанию отходов - производственный объект, включающий в себя комплекс специализированного технологического оборудования, машин, механизмов, установок по обработке и обезвреживанию отходов, функционирующих в оптимальном ресурсо- и энергосберегающем, экологически и технически безопасном режиме в целях уменьшения массы отходов, изменения их состава, физических и химических свойств для обеспечения технологически максимально возможного снижения степени экологической опасности, уровня негативного воздействия отходов на здоровье человека и окружающую среду.

Многофункциональный сортировочный комплекс - производственный объект, реализующий обработку поступающих отходов с дальнейшим формированием оптимальных отдельных транспортных

потоков обработанных отходов на объекты утилизации, обезвреживания и размещения.

Мусоросортировочный комплекс - производственный объект по обработке твердых коммунальных отходов, позволяющий выделить из поступивших отходов вторичные ресурсы, а также отходы, не подлежащие дальнейшей утилизации.

Производственно-технический комплекс по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов - совокупность технически и организационно взаимосвязанных производственных объектов одной или нескольких отраслей экономики, осуществляющих деятельность по вовлечению отходов в хозяйственный оборот, а также по развитию соответствующих технологий и внедрению специального промышленного оборудования.

В результате реализации стратегии будут predeterminedены необходимые условия для обеспечения экологической безопасности территорий регионов, ресурсосбережения и уменьшения объемов образования отходов, изменения структуры и системы обращения с отходами в пользу утилизации и обезвреживания (вместо захоронения отходов), предотвращения вреда окружающей среде в результате ее загрязнения отходами, повышения уровня экологической, технической и санитарно-гигиенической безопасности технологий обработки, утилизации и обезвреживания отходов. Кроме того, основными результатами станут создание и развитие отрасли по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов, обеспечивающей максимальное вовлечение отходов в хозяйственный оборот, а также современной отечественной технологической и машиностроительной базы, позволяющей выпускать конкурентоспособные технику, машины и оборудование для обработки, утилизации и обезвреживания отходов, обладающие экспортным потенциалом [7].

До настоящего времени практически во всех промышленно развитых странах мира подавляющее количество образующихся твердых бытовых отходов продолжают вывозить на свалки и полигоны. Для решения проблем с отходами в мировой практике их направляют на промышленную переработку.

Методы промышленной переработки твердых бытовых отходов:

- термическая обработка (в основном сжигание);
- биотермическое аэробное компостирование (с получением удобрения или биотоплива);
- анаэробная ферментация (с получением биогаза);
- сортировка с получением ценных компонентов для их вторичного использования;
- комплексная переработка (с получением продукции из вторич-

ного сырья и энергии).

При термической обработке твердых бытовых отходов (в основном сжигание) - в Европейских странах сжигают около 25 % объема отходов. Преимущества этого метода: уменьшение объема отходов до 10 раз, возможность рекуперации образующегося тепла и снижение риска загрязнения отходами грунтовых вод и почвы. Недостатки: опасность загрязнения атмосферного воздуха, уничтожение ценных компонентов, высокий процент выхода золы и шлаков, низкая эффективность восстановления черных металлов из шлаков, а также сложность стабилизации самого процесса сжигания.

Биотермическое анаэробное компостирование (биохимический процесс разложения органической части твердых бытовых отходов микроорганизмами). Анаэробная ферментация с получением биогаза, образующегося при разложении органической части отходов. Анаэробную ферментацию применяют в тех случаях, когда имеется практическая потребность в биогазе.

Процессы сортировки твердых бытовых отходов направлены на получение ценных компонентов для их вторичного использования. Сортировка как самостоятельная операция не решает задачу санитарной очистки города и не является методом оптимальной переработки твердых бытовых отходов, так как выделяемые компоненты, за исключением металлов, реализовать трудно, поэтому необходимо создание специальных производств по их переработке.

Современным экологическим и экономическим требованиям наиболее соответствует технология комплексной переработки, сочетающая комбинацию процессов сортировки, термической и биологической обработки их. Объединяющим процессом при этом является сортировка, изменяющая качественный и количественный состав твердых бытовых отходов, что почти вдвое сокращает объем отходов, направляемых на сжигание и компостирование, ускоряет процесс компостирования и улучшает его качество, стабилизирует термические процессы и сокращает выбросы вредных веществ с отходящими газами.

Экологический контроль включает: анализ существующих производств с целью выявления возможностей и способов уменьшения количества и степени опасности образующихся отходов, а также проверку порядка и правил обращения с ними; проверку выполнения планов мероприятий по внедрению малоотходных технологических процессов, технологий использования и обезвреживания отходов, лимитов размещения отходов; определение массы размещаемых отходов в соответствии с выданными разрешениями; проверку эффективности природоохранных мероприятий и безопасности эксплуатируемых объектов раз-

мещения отходов для окружающей среды и здоровья населения по информации о процессах, происходящих в местах размещения отходов.

За несоблюдение требований, предъявляемых к обращению с отходами, предусмотрена административная ответственность. Фактами нарушения экологических требований законодательства Российской Федерации могут служить следующие действия:

- деятельность по обращению с отходами без разрешения и с нарушением правил сбора и временного накопления отходов на производственной площадке;

- перевозка опасных отходов в неисправных или не оборудованных для этих целей транспортных средствах;

- размещение отходов в не санкционированных или не оборудованных для этих целей местах;

- нарушение учета, норм и правил образования, переработки, использования и размещения отходов;

- получение и передача отходов без оформленной в установленном порядке документации;

- отказ в предоставлении или предоставление неполной, искаженной информации по обращению с отходами.

Должностные лица и граждане, учреждения, организации и предприятия независимо от организационно-правовой формы, виновные в нарушении экологических требований, подлежат штрафу. Возмещение вреда, причиненного нарушением требований к обращению с отходами, осуществляется в установленном порядке или на основе расчета по методикам исчисления размера нанесенного ущерба, а при их отсутствии — по фактическим затратам на восстановление нарушенного состояния природной среды с учетом понесенных убытков. Неисполнение или ненадлежащее исполнение законодательства в области обращения с отходами должностными лицами и гражданами влечет за собой дисциплинарную, административную, уголовную или гражданско-правовую ответственность. Исковые требования о прекращении деятельности юридических лиц, осуществляемой с нарушением законодательства в области обращения с отходами, рассматриваются судом или арбитражным судом. Исковые требования о прекращении деятельности индивидуальных предпринимателей, осуществляемой с нарушением законодательства в области обращения с отходами, рассматриваются судом.

## ГЛАВА 18. ОПАСНОСТИ ВОЕННЫХ КОНФЛИКТОВ

### 18.1. Особенности современных военных конфликтов

В соответствии со «Стратегией национальной безопасности Российской Федерации» [5] стратегическими целями обороны страны являются создание условий для мирного и динамичного социально-экономического развития Российской Федерации, обеспечение ее военной безопасности. Достижение стратегических целей обороны страны осуществляется в рамках реализации военной политики путем стратегического сдерживания и предотвращения военных конфликтов, совершенствования военной организации государства, форм и способов применения Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов, повышения мобилизационной готовности Российской Федерации и готовности сил и средств гражданской обороны. Стратегическое сдерживание и предотвращение военных конфликтов осуществляются путем поддержания потенциала ядерного сдерживания на достаточном уровне, а Вооруженных Сил Российской Федерации, других войск, воинских формирований и органов в заданной степени готовности к боевому применению. Несмотря на снижение вероятности развязывания против Российской Федерации крупномасштабной войны с применением обычных средств поражения и ядерного оружия, на ряде направлений военные опасности Российской Федерации усиливаются.

Особенностями современных военных конфликтов в случае их возникновения будут:

- непредсказуемость их возникновения;
- наличие широкого спектра военно-политических, экономических, стратегических и иных целей;
- возрастание роли современных высокоэффективных систем оружия, а также перераспределение роли различных сфер вооруженной борьбы;
- заблаговременное проведение мероприятий информационного противоборства для достижения политических целей без применения военной силы, а в последующем – в интересах формирования благоприятной реакции мирового сообщества на применение военной силы.

Военные конфликты будут отличаться скоротечностью, избирательностью и высокой степенью поражения объектов, быстротой маневра войск (сил) и огнем, применением различных мобильных группировок войск (сил). Овладение стратегической инициативой, сохранение устойчивого государственного и военного управления, обеспечение превосходства на земле, море и в воздушно-космическом про-

странстве станут решающими факторами достижения поставленных целей. Для военных действий будет характерно возрастающее значение высокоточного, электромагнитного, лазерного, инфразвукового оружия, информационно-управляющих систем, беспилотных летательных и автономных морских аппаратов, управляемых роботизированных систем вооружений и военной техники.

Фактором сдерживания военных конфликтов с применением обычных средств поражения (крупномасштабной войны, региональной войны) будет оставаться ядерное оружие. В то же время, в случае возникновения военного конфликта с применением обычных средств поражения (крупномасштабной войны, региональной войны), ставящего под угрозу само существование государства, обладание ядерным оружием может привести к перерастанию такого военного конфликта в ядерный военный конфликт.

Применительно к специфике задач, решаемых гражданской обороной, под современными средствами поражения подразумеваются, в первую очередь, только те типы вооружений и средства их доставки, которые потенциально способны угрожать различным объектам тыла. К таковым можно отнести:

- ядерное оружие и его носители;
- обычные и управляемые авиабомбы, в том числе модульной конструкции (с ракетным ускорителем);
- управляемые ракеты воздушного и наземного базирования;
- крылатые ракеты воздушного, наземного и морского базирования;
- межконтинентальные баллистические ракеты в обычном и ядерном снаряжении;
- средства доставки: стратегическая и тактическая авиация, надводные корабли и подводные лодки.

Практически все указанные средства вооружения используют аэрокосмические средства наведения на цель. В настоящее время развитие современного оружия, способного угрожать объектам тыла, в основном ориентировано на создание новейших образцов высокоточного оружия. В то же время, ядерное оружие остается важным фактором предотвращения возникновения ядерных военных конфликтов и военных конфликтов с применением обычных средств поражения. Распространение оружия массового поражения, ракет и ракетных технологий оценивается как одно из основных направлений внешних военных опасностей.

В ряде зарубежных стран рассматривается модель сетцентрической войны боевые действия - концепция ведения войны, при которой все участники боевых действий (командование, военная техника,

живая сила) объединены в единую информационную сеть, состоящую из трех решеток-подсистем: информационной, сенсорной (разведывательной) и боевой [92]. Основу системы составляет информационная решетка, на которую накладываются взаимосвязанные сенсорные и боевые решетки. Элементами сенсорной подсистемы являются «сенсоры» (средства разведки), а элементами боевой решетки – «стрелки» (средства поражения). Эти две группы элементов объединяются в единый комплекс органами управления и командования. Взаимоотношения между всеми элементами подсистем и самими подсистемами достаточно сложные и многоплановые, что позволяет, например, «стрелкам» поражать цели сразу по получении информации от «сенсоров» или по получении приказа от органов управления, или в некоторых случаях самостоятельно. «Сетецентрическая война», в представлении, например, американских экспертов, предполагает создание разветвленной сети хорошо информированных, но географически рассеянных сил. Главными характеристиками-компонентами этих сил являются: высокоэффективная «информационная решетка», доступ ко всей необходимой информации, высокоточное оружие с большой дальностью поражения цели и маневренностью, высокоэффективная система управления и командования, интегрированная «сенсорная решетка», соединенная в единую сеть с системой «стрелков» и системой управления и командования. Такой подход позволяет повысить как синхронизацию подразделений, так и скорость командования.

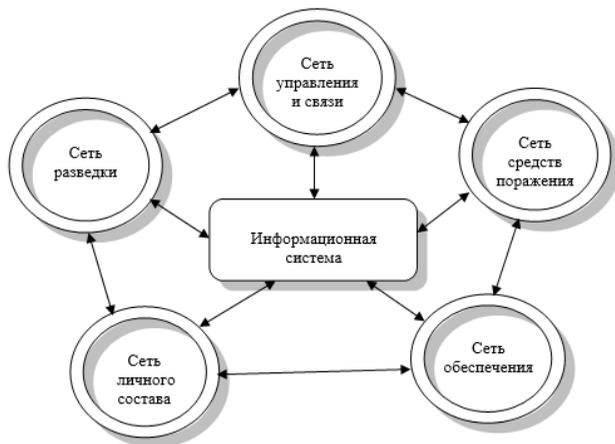


Рисунок 27 - Схема взаимодействия сетей в модели сетецентрических военных конфликтов

Теория «сетцентрической войны» содержит в своей основе три принципа:

- силы, объединенные достаточно надежными сетями, получают возможность качественно нового обмена информацией;
- обмен информацией повышает качество информации и уровень общей информированности о происходящем;
- в результате общая ситуационная осведомленность такова, что позволяет обеспечивать необходимые сотрудничество и самосинхронизацию, повышает устойчивость и скорость передачи команд, что, в свою очередь, резко повышает эффективность выполнения боевой задачи.

Концепция «сетцентрической войны» предусматривает четыре основные фазы ведения боевых действий:

- достижения информационного превосходства посредством опережающего уничтожения (вывода из строя, подавления) системы разведывательно-информационного обеспечения противника (средств и систем разведки, сетеобразующих узлов, центров обработки информации и управления);
- завоевания превосходства (господства) в воздухе путем подавления (уничтожения) системы противовоздушной обороны противника;
- постепенное уничтожение оставленных без управления и информации средств поражения противника, в первую очередь ракетных комплексов, авиации, артиллерии, бронетехники;
- окончательное подавление или уничтожение очагов сопротивления противника.
- активное использование беспилотников, высокоточного оружия, хорошо защищенных устойчивых каналов связи с высокой пропускной способностью, а также широкое использование средств радиоэлектронной борьбы, позволяющее наносить удары по противнику с дальних расстояний и непрерывно.

С технической точки зрения, в основу концепции «сетцентрической войны» положены стандартизация, унификация и комплексное внедрение информационных технологий, что позволяет создать единое информационно-коммуникационное пространство. В результате единая сеть средств разведки, связи и органов управления увязывается с сетью средств поражения и сетями боевого и тылового обеспечения. Все эти сети сводятся в единое информационно-коммуникационное пространство, функционирующее в реальном масштабе времени, что позволяет войскам действовать намного эффективнее, быстрее и результативнее. Благодаря созданию единого информационно-коммуникационного пространства достигается информационное превосходство (информационное доминирование) на поле боя, что позво-

ляет во много раз эффективнее и более оперативно реализовать боевой потенциал группировок войск (сил) в ходе военных действий. Появляется возможность упреждать противника на всех этапах подготовки и ведения боевых действий. Противная сторона лишится возможности предпринять хоть какие-либо ответные действия.

Объекты поражения, которые выбираются заранее, имеют следующие приоритеты. В начале – органы власти различного уровня, затем следуют система жизнеобеспечения, инфраструктура, население и в последнюю очередь, вооруженные силы. Одновременно противником будут осуществляться массированные и скоординированные операции информационной войны, включающие: психологические операции, электронное подавление и уничтожение системы государственного, экономического, финансового и военного управления, связи, разведки и радиоэлектронной безопасности, наступательные компьютерные операции. Реализация этих целей приведет к полной дезорганизации системы государственного, экономического, военного управления, системы разведки и противовоздушной обороны страны, деморализация населения, возникновения паники, дезорганизация военных мероприятий. Наземное вторжение начинается после выполнения целей первого этапа и при определении его необходимости. При этом классические военные (боевые) действия с наличием рубежей, полос, флангов, фронта и тыла практически вестись не будут. При реализации «сетевидной войны» она из физической сферы перейдет в сферу информационную.

## **18.2. Ядерное оружие и его поражающие факторы**

Ядерным оружием называются боевые средства, поражающее действие которых обусловлено внутриядерной энергией, выделяющейся в результате взрывных процессов деления или синтеза ядер химических элементов. Мощность ядерного оружия определяется общим количеством высвобождаемой при взрыве энергии и характеризуется тротильным эквивалентом, который численно равен массе такого количества тротила, энергия взрыва которого равна энергии взрыва данного ядерного заряда. Тротильный эквивалент измеряется в тоннах (т), тыс. тонн (кт), млн. тонн (Мт) [74, 93, 102, 104].

Источником энергии в ядерных боеприпасах является самоподдерживающаяся цепная реакция деления тяжелых ядер на тепловых нейтронах. Самоподдерживающейся цепной реакцией деления ядер, например, урана или плутония, называется реакция, которая, начавшись делением одного или нескольких тяжелых ядер, продолжается в веществе без внешнего воздействия. Наименьшее количество деляще-

гося вещества, в котором возможна цепная ядерная реакция с постоянной скоростью, называется критической массой.

*Ядерные боеприпасы.* В ядерном заряде так называемого пушечного типа ядерное взрывчатое вещество до момента взрыва разделено на несколько частей, масса каждого из которых меньше критической. Для быстрого перевода ядерного заряда в надкритическое состояние применяется взрыв обычных взрывчатых веществ. В момент взрыва этих веществ все части ядерного заряда соединяются в единое целое, так что масса делящегося вещества становится больше критической.

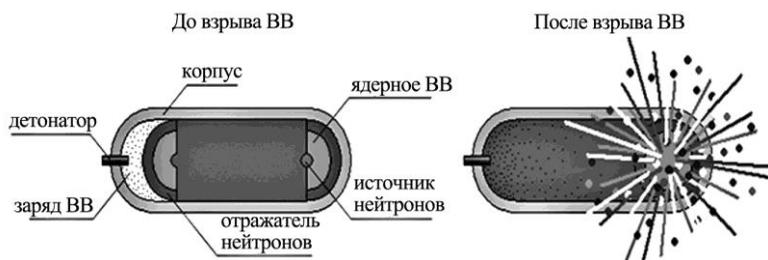


Рисунок 28 - Схема устройства ядерного заряда пушечного типа

В ядерном заряде имплозивного типа делящееся вещество до момента взрыва представляет единое целое, но размеры и плотность его таковы, что система находится в подкритическом состоянии. Вокруг ядерного заряда расположены заряды обычного взрывчатого вещества, при одновременном подрыве которых делящееся вещество подвергается сильному обжатию, плотность его возрастает, и заряд переходит в надкритическое состояние, происходит взрыв.

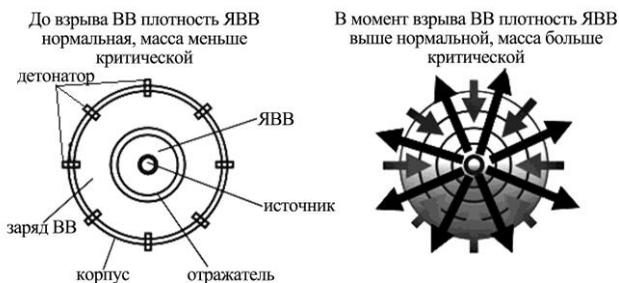


Рисунок 29 - Ядерный заряд имплозивного типа

*Термоядерные боеприпасы.* Источником энергии в термоядерных боеприпасах является термоядерная реакция. Ядерные реакции, в которых кинетическая энергия взаимодействующих ядер, необходимая для их слияния (синтеза), приобретаетсся разогревом, называются термоядерными реакциями. Для слияния атомных ядер необходимо преодолеть кулоновские силы отталкивания, действующие между одинаково заряженными частицами. Сблизить ядра на такие расстояния, на которых начинают действовать ядерные силы притяжения, возможно при высокой температуре реагирующей смеси, когда подвижность ядер значительно возрастает, а, следовательно, и увеличивается вероятность протекания реакций синтеза. Реакции синтеза легких ядер протекают при температурах порядка десятков миллионов и более градусов, создаваемых в результате самоподдерживающейся цепной реакции деления атомного детонатора из урана-235. Главными элементами ядерного заряда, основанного на реакции синтеза, являются делящееся вещество и заряд для реакции синтеза, искусственный источник нейтронов, заряд обычного взрывчатого вещества, отражатель нейтронов. Такой боеприпас называют термоядерным типа деление-синтез.

*Комбинированные боеприпасы.* Образующиеся при термоядерных реакциях нейтроны, обладают очень большой энергией и могут вызвать деление ядер U-238. Это обстоятельство позволило создать комбинированные заряды, в которых реакция синтеза используется как мощный источник быстрых нейтронов, обуславливающих деление большого числа ядер U-238. Таким образом протекают три стадии реакций: сначала – деление, потом – синтез, и снова – деление. Количество выделившейся энергии становится еще больше, такие боеприпасы называют комбинированными типа деление-синтез-деление.

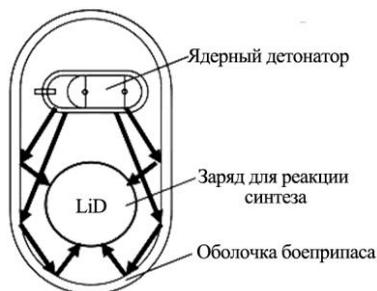


Рисунок 30 - Схема устройства термоядерного заряда типа деление-синтез

*Нейтронные боеприпасы.* Нейтронный боеприпас представляет собой малогабаритный термоядерный заряд мощностью не более 10 тыс. тонн, у которого основная доля энергии выделяется за счет реакции синтеза ядер дейтерия и трития. Нейтронная составляющая проникающей радиации и будет оказывать основное поражающее действие на личный состав.

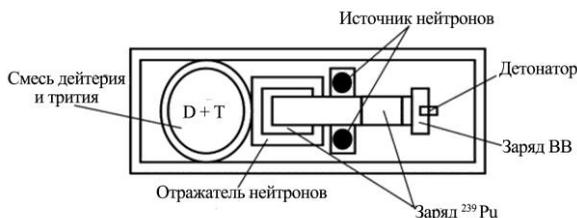


Рисунок 31 - Схема устройства нейтронного боеприпаса

Разнообразие устройства и калибров ядерных зарядов позволяет использовать их различными способами. Ядерное оружие может быть применено для непосредственного воздействия на войска и технику противника на поле боя и нанесения мощных ударов по важнейшим промышленным, транспортным и политическим центрам противника. В соответствии с решаемыми задачами ядерное оружие подразделяют на тактическое (тротиловые эквиваленты примерно от 1000 до 50000 тонн) и стратегическое.

Способами доставки ядерных зарядов к целям могут быть неуправляемые и управляемые реактивные снаряды (ракеты) с разными дальностями стрельбы, самолеты, а также ствольная артиллерия более крупных калибров. Средствами доставки ядерных боеприпасов могут являться баллистические ракеты, крылатые и зенитные ракеты, авиация. Ядерные боеприпасы применяются для снаряжения авиабомб, фугасов, торпед, артиллерийских снарядов.

*Поражающие факторы ядерного взрыва* возникают в процессе развития физических явлений, сопровождающих ядерный взрыв в воздухе: воздушная ударная волна, световое излучение ядерного взрыва, проникающая радиация, электромагнитный импульс, а также создается радиоактивное загрязнение местности и объектов.

Воздушная ударная волна поражает людей, разрушает боевую технику, вооружение и различные сооружения. Световое излучение ядерного взрыва способно вызвать возгорание различных материалов, имущества, боевой техники и сооружений. У людей и животных оно

вызывает ожоги кожи, поражение глаз и временное ослепление. Проникающая радиация, действуя на людей и животных, вызывает у них специфическое заболевание – лучевую болезнь. Действуя на оптику, проникающая радиация может вызвать ее потемнение. Светочувствительные фотоматериалы под действием проникающей радиации становятся непригодными к использованию. Радиоактивное загрязнение местности и объектов оказывает на людей и животных такое же поражающее действие, как и проникающая радиация. Электромагнитный импульс при отсутствии специальных мер защиты может повредить аппаратуру управления и связи, нарушать работу электрических устройств, подключенных к протяженным наружным линиям.

*Воздушная ударная волна* представляет собой область резкого и значительного по величине сжатия среды, распространяющуюся от центра взрыва со сверхзвуковой скоростью. Она может распространяться в воздухе, воде и грунте. В связи с этим ее называют воздушной ударной волной, ударной волной в воде или сейсмозврывной волной в грунте. Большинство разрушений и повреждений вооружения, боевой техники и сооружений обусловлено воздействием ударной волны. Заметим, что защищать различного рода сооружения и объекты от воздействия ударной волны достаточно трудно. Это дает право считать ударную волну одним из главных поражающих факторов.

К основным параметрам поражающего действия ударной волны относятся: избыточное давление во фронте ударной волны, время действия ударной волны, скоростной напор. Разность давлений во фронте ударной волны и атмосферного ( $P_f - P_0 = \Delta P_f$ ) называется избыточным давлением во фронте ударной волны. Величина избыточного давления во фронте ударной волны при ее распространении в однородной безграничной атмосфере зависит от мощности взрыва и расстояния до его центра. Измеряется избыточное давление в  $\text{кгс/см}^2$  (Па). Скоростной напор ( $\Delta P_{ск}$ ) – это динамическое давление движущихся масс воздуха во фронте ударной волны. Он является горизонтальной нагрузкой и характеризуется метательным действием ударной волны. Измеряется скоростной напор в  $\text{кгс/см}^2$  (Па).

Характер и степень поражения людей и различного рода объектов ударной волной ядерного взрыва зависят в основном от величины избыточного давления во фронте ударной волны, а также от условий расположения войск и населения, степени их укрытости в момент взрыва. При прохождении ударной волны люди и различные объекты испытывают поражающее воздействие избыточного давления и метательное действие скоростного напора. Поражающее действие ударной волны может быть непосредственным и косвенным (движущимися

обломками и отдельными предметами). Часто поражения вызываются совместным воздействием как непосредственных, так и косвенных факторов. Наибольшую опасность косвенные поражения людей будут представлять при их нахождении в лесу и населенных пунктах. Поэтому в этих условиях необходимо предусматривать защиту населения от обломков и других движущихся предметов.

При тяжелых поражениях наблюдаются травмы головного мозга, повреждения органов грудной и брюшной полости, переломы костей, кровотечение из носа и ушей. Пострадавшие с такими поражениями нуждаются в немедленной госпитализации и продолжительном (более 3 мес.) лечении. В процессе лечения возможны смертельные исходы. При поражении средней тяжести могут быть ушибы тела, разрывы барабанных перепонок и другие повреждения. После травмы длительное время наблюдаются головные боли, нарушается память, возникает расстройство речи и слуха, кровотечение из ушей и носа. Такие пораженные нуждаются в госпитализации на различные сроки (до 3 мес.). В большинстве случаев лечение заканчивается выздоровлением. При легких поражениях люди, как правило, теряют сознание на непродолжительное время (несколько секунд), после чего возможны головокружение, звон и шум в ушах. При таких поражениях часть личного состава будет нуждаться в госпитализации или наблюдении в течение 7–15 суток, а в отдельных случаях – до 1,5 месяцев. Люди, получившие легкие поражения в виде ушибов, ссадин, после оказания им медицинской помощи остаются в строю.

Защита от поражения воздушной ударной волной обеспечивается изоляцией человека или объекта от воздействия избыточного давления и уменьшением силы скоростного напора. Наиболее надежную защиту обеспечивают специальные прочные сооружения закрытого типа, заглубленные в землю. Должны использоваться открытые сооружения (траншеи, ходы сообщения, окопы, щели), которые уменьшают радиусы зон поражения ударной волной в 1,4 раза, а площади поражения и потери войск и населения – примерно в 2–3 раза. Воздействии скоростного напора снижают различные углубления (кюветы, ямы, воронки и др.) или невысокие прочные стенки, пни и другие предметы, за которыми можно укрыться. Защитными свойствами от действия ударной волны обладают также танки, БТР и БМП.

*Световое излучение ядерного взрыва* представляет собой поток лучистой энергии в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной областях спектра электромагнитных волн. Оно возникает сразу после взрыва совместно с образованием светящейся области гомотермического шара и распространяется со скоростью  $3 \cdot 10^5$  км/с. Вследствие этого

время, необходимое для прохождения лучистого потока от точки взрыва до объектов, находящихся даже на расстоянии десятков километров от места взрыва, практически равно нулю.

Источником светового излучения является светящаяся область ядерного взрыва. Основным параметром, характеризующим эффективность поражающего действия светового излучения на различных расстояниях от центра ядерного взрыва, является световой импульс. Световым импульсом называется количество энергии прямого светового излучения, приходящееся на  $1 \text{ м}^2$  неподвижной и неэкранированной поверхности, расположенной перпендикулярно к направлению распространения светового потока, за все время излучения. Измеряется световой импульс в  $\text{Дж/м}^2$ . Величина светового импульса зависит от тротилового эквивалента взрыва, вида взрыва, расстояния и прозрачности атмосферы.

Световое излучение ослабляется вследствие поглощения и рассеяния его в атмосфере. С увеличением запыленности и влажности воздуха, характеризующейся появлением дымки, ослабление светового излучения усиливается. Коэффициент ослабления зависит также от высоты взрыва и высоты облучаемого объекта над уровнем моря. При взрыве над облаками излучение, идущее в направлении земли, будет ослаблено и как поражающий фактор его практически можно не учитывать. Причем, это явление обусловлено главным образом отражением светового излучения от облаков. При взрыве под облаками облучение наземных объектов усиливается в результате отражения светового излучения от облаков. В пасмурную погоду при взрыве под облаками увеличение импульса облучения для наземных объектов может достигать пятидесяти процентов от импульса прямого излучения, в таких случаях световое излучение огненного шара действует иногда на объекты, которые закрыты от прямого светового потока.

У личного состава световое излучение ядерного взрыва может вызвать ожоги кожи и поражения глаз. Поражающее действие светового излучения определяется количеством поглощенной энергии. Энергия, поглощенная объектом, нагревает облучаемую поверхность. Поэтому основным видом поражений световым излучением являются тепловые поражения, которые характеризуются степенью ожога, определяемого глубиной термического повреждения кожи и степенью тяжести термического поражения, зависящего от глубины и площади ожога, а также от его локализации. По внешнему виду ожоги от светового излучения не отличаются от обычных ожогов пламенем.

Различают четыре степени ожогов и четыре степени тяжести термических поражений человека. Ожоги I степени характеризуются

болезненной краснотой и отеком кожи, ожоги II степени – образованием пузырей, ожоги III степени – омертвением кожи, ожоги IV степени – обугливанием кожи и глубоко лежащих тканей. Термические поражения I степени тяжести (легкое поражение) характеризуются, как правило, благоприятным исходом; пораженные теряют боеспособность немедленно. При II степени тяжести (средней тяжести) отличаются более тяжелым течением заболевания. В результате развития осложнений возможны смертельные исходы (до 5 %). Термические поражения III степени тяжести (тяжелое поражение) в 20 – 30 % случаев заканчиваются смертельным исходом. При IV степени тяжести (крайне тяжелое поражение) личный состав, как правило, погибает в течение 10 суток после поражения.

Объекты могут обладать различной восприимчивостью к воздействию светового излучения. Негорючие материалы при поглощении определенного количества энергии будут деформироваться, оплавляться и терять прочность. Действие светового излучения на горючие материалы может привести к их возгоранию и образованию очагов пожара. Стадиями поражения таких материалов являются обугливание, тление, воспламенение и горение.

Поражающее действие светового излучения может быть значительно ослаблено или полностью исключено проведением соответствующих мероприятий по защите, которые сводятся к следующему:

- экранированию (использованию рельефа местности, свойств лесных массивов и других местных предметов, защитных сооружений, маскирующих дымов и др.);
- увеличению коэффициента отражения светового излучения поверхностями различных объектов (применение белых материалов, красок, использование обмазок светлых тонов, металлических отражающих поверхностей);
- повышению стойкости объектов к световому излучению (использование огнестойких материалов и покрытий, обсыпок из грунта, обмазок из глины, увлажнения, ледяных рубашек и т.д.);
- соблюдению пожарной безопасности (создание зон, лишенных горючих материалов, подготовка средств для тушения пожаров).

Должный уровень защиты глаз от ослепления может быть достигнут использованием автоматических защитных экранов и светофильтров с быстро изменяющейся плотностью, которые способны ослаблять проходящий через них световой поток, испускаемый светящейся областью. Очки с использованием специальной пластмассы, которая меняет свою прозрачность в зависимости от внешней освещенности, называют «фотохромными».

*Проникающая радиация* представляет собой поток гамма-лучей и нейтронов, испускаемых при ядерном взрыве. Поражающее действие проникающей радиации на наземные объекты продолжается в течение 15–25 сек с момента взрыва. Сущность поражающего действия проникающей радиации на человека состоит в ионизации атомов и молекул, входящих в состав тканей организма, в результате чего может развиться лучевая болезнь.

По тяжести заболевания лучевую болезнь принято делить на четыре степени: I степень легкая - доза облучения, 100–250 рад; II - 250–400 рад; III - 400–600 рад; IV - более 600 рад. Степень тяжести заболевания определяется главным образом дозой облучения, полученной человеком, и характером облучения (общее или только некоторых участков тела). Кроме того, тяжесть поражения зависит от состояния организма до облучения, его индивидуальных особенностей и т.п. Особенностью радиационного поражения является то, что в момент воздействия радиации человек не испытывает никаких болевых ощущений. В течение лучевой болезни различают четыре периода, которые отчетливо проявляются при лучевой болезни II и III степени: начальный период (период первичной реакции); скрытый период; период разгара лучевой болезни; период выздоровления.

Для защиты от проникающей радиации могут использоваться защитные свойства различных сооружений, боевой техники, материалов. Гамма-кванты взаимодействуют с электронной оболочкой ядра. Следовательно, чем больше электронная плотность вещества, тем интенсивнее взаимодействие фотонов с материалом защиты и поэтому гамма-излучение в более плотном веществе теряет энергии больше, чем в менее плотном. Отсюда следует, что гамма-излучение более эффективно ослабляется материалами, имеющими большой удельный вес (свинец, сталь, бетон).

Нейтронный поток взаимодействует только с ядрами атомов. Взаимодействие нейтронов с материалом защиты приводит к уменьшению нейтронного потока, а, следовательно, и к уменьшению дозы нейтронов. Однако в отличие от гамма-излучения наибольшее ослабляющее действие на поток нейтронов оказывают материалы, содержащие легкие ядра (вода, полиэтилен).

Наибольшей кратностью ослабления от проникающей радиации обладают фортификационные сооружения (перекрытые траншеи – до 130, убежища – до 3000). В качестве средств, ослабляющих действие ионизирующих излучений на организм человека, могут быть использованы различные противорадиационные препараты (радиопротекторы).

*Радиоактивное загрязнение местности, приземного слоя атмо-*

*сферы и объектов.*

Местность, загрязненная радиоактивными веществами с мощностями доз излучения, опасными для пребывания на ней человека, по площади во много раз превышает размеры зон поражения ударной волной, световым излучением и проникающей радиацией. Такие мощности доз излучения могут наблюдаться как в районе взрыва, так и на значительном удалении от него. Кроме того, особенность радиоактивного загрязнения заключается в том, что радиоактивные вещества на местности не обнаруживаются органами чувств человека, а их активность не может быть изменена какими-либо физико-химическими методами.

После выпадения продуктов ядерного взрыва на местность (и другие объекты, расположенные на ней) образуется след радиоактивного загрязнения. Кроме местности, загрязнению подвергаются техника, вооружение, личный состав и т.д. Загрязненными могут оказаться вода, продовольствие, воздух. Местность, которая подвергается радиоактивному загрязнению при ядерных взрывах, условно делится на два участка: район взрыва и след облака. Участок местности, загрязненный радиоактивными веществами в результате касания светящейся области ядерного взрыва, разброса загрязненного грунта из воронки взрыва, воздействия нейтронного потока проникающей радиации на химические элементы, содержащиеся в грунте, называется зоной радиоактивного загрязнения в районе взрыва. В свою очередь, район взрыва принято делить на две половины: наветренную сторону, обращенную к ветру; подветренную сторону.

Границами зон загрязнения являются изолинии, соединяющие точки с равными дозами радиации за время полного распада радиоактивных веществ на местности или мощностями доз излучения на различное время после взрыва.

След облака делится на четыре зоны загрязнения.

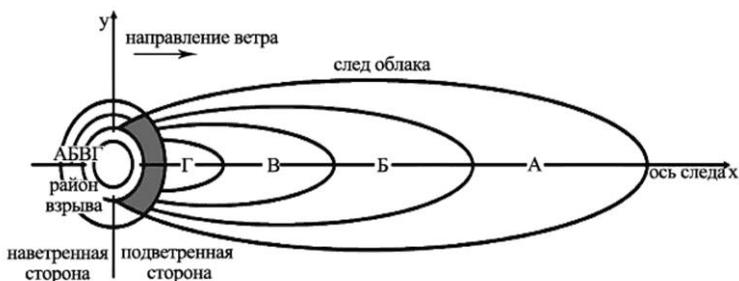


Рисунок 32 - Схема зон радиоактивного загрязнения местности

Зона А – умеренного загрязнения. Дозы излучения до полного распада радиоактивных веществ на внешней границе зоны  $D_{\infty} = 40$  рад, на внутренней границе  $D_{\infty} = 400$  рад. Ее площадь составляет 70–80 % площади всего следа, на карты наносится синим цветом. Зона Б – сильного загрязнения. Дозы излучения на границах  $D_{\infty} = 400$  рад и  $D_{\infty} = 1200$  рад. На долю этой зоны приходится примерно 10 % площади радиоактивного следа (наносится зеленым цветом). Зона В – опасного загрязнения. Дозы излучения на ее внешней границе за период полного распада радиоактивных веществ  $D_{\infty} = 1200$  рад, а на внутренней границе  $D_{\infty} = 4000$  рад. Эта зона занимает примерно 8 – 10 % площади следа облака взрыва (наносится коричневым цветом). Зона Г – чрезвычайно опасного загрязнения. Дозы излучения на ее внешней границе за период полного распада радиоактивных веществ  $D_{\infty} = 4000$  рад, а в середине зоны  $D_{\infty} = 7000$  рад (наносится черным цветом).

Мощности доз излучения на внешних границах этих зон через 1 ч после взрыва составляют соответственно 8, 80, 240 и 800 рад/ч, а через 10 ч – 0,5; 5; 15 и 50 рад/ч. Со временем мощности доз излучения на местности снижаются ориентировочно в 10 раз через отрезки времени, кратные 7. Например, через 7 ч после взрыва мощность дозы уменьшается в 10 раз, а через 49 ч – в 100 раз. При нахождении людей на радиоактивно загрязненной местности ионизирующие излучения продуктов взрыва воздействуют на организм человека и вызывают его поражение. Это воздействие может проявляться как в результате внешнего облучения (радиоактивные вещества находятся вне организма), так и при попадании радиоактивных веществ внутрь организма через органы дыхания, пищеварительный тракт, кожу и открытые раны (внутреннее облучение). В результате такого воздействия, как и при проникающей радиации, может развиваться лучевая болезнь. Вместе с тем, степень поражения биологической ткани определяется главным образом внешним облучением.

*Электромагнитный импульс.* Ядерные взрывы в атмосфере и в более высоких слоях приводят к возникновению мощных электромагнитных полей с длинами волн 1–1000 м и более. Эти поля в виду их кратковременного существования принято называть электромагнитным импульсом. В результате возникновения напряжений и токов в проводниках различной протяженности электромагнитный импульс может оказывать поражающее действие на радиоэлектронную аппаратуру и электротехническое оборудование; аппаратуру, кабельные и проводные линии систем связи, управления, энергоснабжения. При наземном и низком воздушном взрывах воздействие электромагнитного импульса наблюдается на расстоянии порядка нескольких километ-

ров от центра взрыва.

При высотном ядерном взрыве ( $H > 10$  км) могут возникать поля электромагнитного импульса в зоне взрыва и на высотах 20–40 км от поверхности земли. Электромагнитный импульс в зоне взрыва возникает за счет быстрых электронов, которые образуются в результате взаимодействия гамма-квантов ядерного взрыва с материалом оболочки боеприпаса и рентгеновского излучения с атомами окружающего разреженного воздушного пространства. Основными параметрами электромагнитного импульса, характеризующими его поражающее действие, являются изменения напряженностей электрического и магнитного полей во времени (форма импульса) и их ориентация в пространстве, а также величина максимальной напряженности поля (амплитуда импульса).

Поражающее действие электромагнитного импульса проявляется, прежде всего, по отношению к радиоэлектронной и электротехнической аппаратуре, в ней наводятся электрические токи и напряжения, которые могут вызвать пробой изоляции, повреждение трансформаторов и полупроводниковых приборов, сгорание разрядников, перегорание плавких вставок и других элементов радиотехнических устройств. Наиболее подвержены воздействию электромагнитного импульса линии связи, сигнализации и управления. Когда электромагнитный импульс недостаточен для повреждения приборов или отдельных деталей, то возможно нарушение их работоспособности.

Защита от электромагнитного импульса достигается экранированием линий энергоснабжения и управления, а также аппаратуры. Все наружные линии, например, должны быть двухпроводными, хорошо изолированными от земли, с малоинерционными разрядниками и плавкими вставками. Для защиты чувствительного электронного оборудования целесообразно использовать разрядники с небольшим порогом зажигания.

### **18.3. Химическое оружие и его поражающие факторы**

Многие страны мира обладают химическим оружием, хотя официально заявили об этом только США, Советский Союз (правопреемницей которого стала Россия) и Ирак. Достаточно серьезные, однако малоизвестные работы в области химического оружия, по крайней мере, до 1990 года проводились в различных странах, поэтому не учитывать вероятность применения этого оружия, особенно в локальных войнах нельзя. Учитывая угрозу, которую представляет собой применение в войне химического оружия для всего человечества, мировая общественность ведет постоянную борьбу за исключение химического

оружия из arsenалов всех армий, за его полное и безоговорочное запрещение [74, 93, 102, 104].

13 января 1993 года в Париже была заключена Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении. В соответствии с положениями настоящей Конвенции каждое государство-участник обязуется:

- уничтожить химическое оружие, которое находится в его собственности или владении, или которое размещено в любом месте под его юрисдикцией или контролем;
- уничтожить все химическое оружие, оставленное им на территории другого государства-участника;
- уничтожить любые объекты по производству химического оружия, которые находятся в его собственности или владении, или которые размещены в любом месте под его юрисдикцией или контролем;
- не использовать химические средства борьбы с беспорядками в качестве средства ведения войны.

В январе 1996 года США рассекретили данные по своим запасам химического оружия, согласно которым общее количество отравляющих веществ в США составляет 41778 т. Из них: унитарных – 30600 т; бинарных – 680 т; отравляющие вещества в обнаруженных боеприпасах и емкостях, не находящихся на складах – 6134 т; материалов для исследований, разработок и оценки – 4364 т. Бывший Советский Союз объявил о том, что его общие запасы химического оружия (в пересчете на отравляющих вещества) составляют около 40 тыс. т. Это было подтверждено Российской федерацией как правопреемницей Советского Союза. Все запасы размещены на 7 складах и базах (склад г. Почеп, Брянская область, склад пос. Марадьковский, Кировская область, склад пос. Кизнер, Удмуртия, химическая база г. Камбарка, Удмуртия, склад г. Щучье, Курганская область, химическая база пос. Горный, Саратовская область и склад пос. Леонидовка, Пензенская область).

5 ноября 1997 года в Российской Федерации был принят Федеральный закон № 138-ФЗ «О ратификации Конвенции о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении». 27 сентября 2017 года уничтожены все запасы (40 тысяч тонн) химического оружия Российской Федерации [93, 102].

Химическое оружие является одним из видов оружия массового поражения и до сих пор состоит на вооружении современных армий. Оно появилось до создания ядерного оружия и не потеряло своего оперативного значения после разработки и принятия на вооружения ядерных боеприпасов. Химическим оружием называют боевые средства, поражающее действие которых основано на токсических свой-

ствах отравляющих веществ, переведенных в боевое состояние.

Химическое оружие обладает рядом особенностей, которые можно подразделить на общие и частные.

Общие особенности характеризуют химическое оружие как оружие массового поражения. Большие масштабы возможного применения и поражающего действия обусловлены высокой токсичностью современных отравляющих веществ, то есть их способностью поражать живой организм. Возможность нанесения смертельных и трудно-излечимых тяжелых поражений также связана с высокой токсичностью современных отравляющих веществ и реализуется при отсутствии или несвоевременном использовании средств защиты, при их неисправности и при применении отравляющих веществ, способных преодолеть средства защиты.

Высокий морально-психологический эффект применения химического оружия проявляется в следующем:

- сложности определения самого факта применения химического оружия;
- практически мгновенном проявлении признаков поражения у людей, оказавшихся в неисправных средствах защиты;
- неожиданности гибели или тяжелого поражения этих людей;
- неуверенности остальных в надежности своих средств защиты;
- необходимости длительного пребывания в средствах защиты, снижающих бое- и работоспособность.

Генетическое и экологическое последствия имеют место при применении отравляющих веществ: воздействующих на растения и животных, а также на микроорганизмы плодородного слоя почвы; изменяющих функционирование генного аппарата; оказывающих мутагенное действие на организм человека с учетом особенностей разных этнических групп.

Сложность своевременной защиты от химического оружия определяется:

- минимизацией промежутка времени между обнаружением факта применения отравляющих веществ и оповещением населения;
- невозможностью быстрого укрытия всего населения в убежищах;
- продолжительностью выдачи населению средств защиты.

Трудность ликвидации последствий применения определяется большими масштабами применения химического оружия, значительным количеством пораженных людей, требующих медицинской помощи, быстрым впитыванием отравляющих веществ в почву и различные материалы, продолжительностью сохранения опасности поражения, необходимостью дегазации техники, других объектов и санитар-

ной обработки людей.

Частные особенности химического оружия определяют его специфику. Трудность своевременного обнаружения факта применения связана с возможностью совместного применения образцов химического оружия с однотипными образцами обычного оружия в интересах маскировки или использования образцов химического оружия, действия которых не сопровождается заметными звуковыми и световыми эффектами. Избирательность поражающего действия заключается в том, что объектами поражения при применении химического оружия являются только живые организмы. В отличие от ядерного оружия, химическое оружие практически не разрушает здания (сооружения) и не повреждает технику. Только в случае химического оружия взрывного действия может иметь место частичное разрушение недостаточно прочных конструкций, причем в результате прямого попадания или взрыва в непосредственной близости от них.

Объемность поражающего действия проявляется в том, что воздух, зараженный отравляющими веществами, благодаря прониканию в любые негерметичные объекты (танки и боевые машины, дома, сооружения, транспортная техника), не имеющие специального защитного оборудования, оказывает поражающее воздействие на находящиеся в них людей. Продолжительность поражающего действия обусловлена способностью отравляющих веществ после применения сохранять в течение определенного времени (для ряда отравляющих веществ – длительного) свои поражающие свойства. Биохимический характер поражающего действия заключается в способности отравляющих веществ ингибировать (т.е. угнетать, тормозить) действие ферментов – белковых катализаторов химических реакций и тем самым нарушать метаболизм (обмен веществ), обеспечивающий жизнедеятельность живых организмов.

Возможность управления характером и степенью поражения объясняется наличием на вооружении современных армий целой гаммы отравляющих веществ, многообразных в изменчивости своих поражающих свойств (смертельные и не смертельные, местного и общего поражающего действия, кратковременно и длительно действующие и т.д.). Поэтому, выбирая в соответствии с задачей применения химического оружия нужное отравляющее вещество и назначая ту или иную норму расхода, можно обеспечивать желательный результат поражения.

Выделяют три вида боевых состояний отравляющих веществ: пар (газ), аэрозоль и аэрозвесь. Аэрозольное боевое состояние подразделяется на два вида: не оседающий аэрозоль (высоко- и тонкодисперсный аэрозоль), способный находиться в атмосфере достаточно

продолжительное время, и грубодисперсный аэрозоль, частицы которого постепенно оседают на различные поверхности. Поэтому пар (газ) и неоседающий аэрозоль образуют неоседающую примесь отравляющих веществ к воздуху, а грубодисперсный аэрозоль и аэрозоль – оседающую примесь.

В зависимости от вида боевого состояния отравляющих веществ и его поведения в атмосфере различают следующие поражающие факторы химического оружия. Первичное (смешанное) облако отравляющих веществ представляет собой зараженный объем воздуха, который может в принципе включать в себя все три вида боевых состояний: пар, аэрозоль и аэрозоль отравляющих веществ. Однако в большинстве случаев первичное облако отравляющих веществ будет содержать только два или даже один вид боевого состояния. Первичное облако перемещается по направлению ветра и постепенно рассеивается, оказывая поражающее воздействие в течение определенного времени. Время воздействия зараженных осколков практически такое же, как в случае обычных осколочных боеприпасов. Поверхности, зараженные отравляющими веществами, становятся вторичным поражающим фактором в связи с возникновением опасности поражения незащищенных людей при контактах с ними.

Вторичное облако образуется в результате испарения отравляющих веществ, находящегося на зараженных поверхностях, и представляет собой объем воздуха, зараженный образующимся при этом паром и распространяющийся по направлению ветра. При достаточно сильном ветре, передвижении войск и техники вторичное облако пара отравляющих веществ может дополняться пылевым облаком, создаваемым пылью, поднимаемой с зараженной местности. Поражающее действие вторичных поражающих факторов на людей продолжается длительное время: от нескольких часов до нескольких суток, недель и даже месяцев в зависимости от типа отравляющих веществ и метеорологических условий. Осколки, зараженные отравляющими веществами, в тех случаях, когда они образуются, заносят отравляющие вещества в организм через раневые поверхности, что приводит к смешанным поражениям.

Для решения вопросов, связанных с мероприятиями химической защиты при применении химического оружия, целесообразно исходить из комбинированной классификации отравляющих веществ, включающей токсикологическую (физиологическую) и тактическую классификации.

Тактическая классификация подразделяет отравляющие вещества на группы по боевому назначению, при этом все отравляющие

вещества делят на две группы:

- смертельного действия – вещества, предназначенные для уничтожения живой силы, к которым относятся отравляющие вещества нервнопаралитического, кожно-нарывного, общедовитого и удушающего действия;

- временно выводящие живую силу из строя – вещества, позволяющие решать тактические задачи по выведению живой силы из строя на сроки от нескольких минут до нескольких суток. К ним относятся психотропные вещества (инкапситапты) и раздражающие вещества (ирританты).

Согласно токсикологической классификации класс отравляющих веществ по преобладающему виду поражающего действия разделяется на шесть групп: нервнопаралитические; кожно-нарывные; общедовитые; удушающие; психохимические; раздражающие.

Средства, предназначенные для боевого применения отравляющих веществ, относятся к химическим средствам поражения. Это совокупность химических боеприпасов и боевых приборов различного типа, предназначенных для применения носителями, обеспечивающими их доставку к объекту поражения. Химический боеприпас – боевое средство однократного использования, предназначенное для перевода отравляющих веществ в боевое состояние (химические снаряды, химические авиационные бомбы, химические кассетные элементы, химические боевые части ракет, химические фугасы, химические шашки, гранаты и патроны). Химический боевой прибор – боевое средство многократного использования, предназначенное для перевода отравляющих веществ в боевое состояние (выливные авиационные приборы и механические генераторы аэрозолей отравляющих веществ).

По средствам доставки химических боеприпасов и боевых приборов к поражаемой цели различают: химические боеприпасы артиллерии (ствольной и реактивной); химические боевые части ракет; химические боеприпасы и боевые приборы авиации.

Большая насыщенность войск артиллерий, ее надежность, значительная дальность и точность стрельбы, маневренность, готовность ведения огня в любых метеорологических условиях привлекают и в настоящее время военных специалистов к ней как одному из надежных средств применения химического оружия.

Химические боевые части управляемых и неуправляемых тактических ракет представляют собой боеприпасы кассетного типа, которые содержат химические кассетные элементы – бомбы малого калибра. Химическая боевая часть ракеты может иметь один и более взрывателей. По принципу действия они могут быть механическими,

барометрическими или радиолокационными; по расположению – головными или донными.

Площадь рассеивания бомбы малого калибра от одиночной химической боевой части ракеты зависит от фактической высоты ее вскрытия. С увеличением высоты вскрытия площадь рассеивания увеличивается, а вероятность поражения личного состава на этой площади уменьшается.

По способу применения авиационные химические кассеты классифицируются на сбрасываемые и несбрасываемые. Сбрасываемая кассета при бомбометании отделяется от самолета и по истечении определенного времени срабатывает на некоторой высоте с выбросом кассетных элементов, имеющих в большинстве случаев контактные взрыватели.

Выливные авиационные приборы– боеприпасы цилиндрической формы с обтекаемой головкой и хвостовой частью. Относятся к химическим средствам поражения бакового типа. Предназначены для поражения личного состава, заражения вооружения, военной техники и местности грубодисперсным аэрозолем и вязким веществом. Перевод отравляющих веществ в боевое состояние с помощью выливных авиационных приборов основан на механическом способе диспергирования жидких отравляющих веществ под давлением встречного потока воздуха. Химические фугасы предназначены для создания химического заражения местности, усиления минных полей и других инженерных заграждений с целью затруднения их преодоления. Механические генераторы аэрозолей отравляющих веществ предназначены для поражения незащищенного личного состава при распылении сухих или жидких рецептур раздражающих отравляющих веществ и их распространения в приземном слое атмосферы под воздействием направленного потока воздуха. Основными элементами конструкции данных средств применения отравляющих веществ являются резервуар, источник давления и распыляющее устройство.

Способы применения химического оружия зависят от выполняемых задач противником при ведении наступательных и оборонительных действий и применяемого типа отравляющих веществ. Химическое оружие может применяться артиллерией, авиацией, ракетами.

Защита от химического оружия организуется руководителями и командирами всех степеней в любых видах деятельности спасательных воинских формирований и населения независимо от того, применяется оно или нет.

Мероприятия защиты от химического оружия предусматривают:  
- рассредоточение спасательных воинских формирований и

населения, периодическую смену районов их расположения;

- инженерное оборудование данных районов;
- использование защитных и маскирующих свойств местности;
- применение индивидуальных и коллективных средств защиты;
- предупреждение о непосредственной угрозе и начале применения противником оружия массового поражения, а также оповещение о химическом заражении;
- санитарно-гигиенические и специальные профилактические мероприятия;
- выявление последствий применения противником химического оружия;
- обеспечение безопасности и защиты личного состава при действиях в зонах заражения;
- ликвидацию последствий применения противником химического оружия.

Содержание и порядок осуществления мероприятий защиты спасательных воинских формирований и населения зависит от конкретной обстановки, возможностей противника по применению химического оружия, наличия времени, сил и средств для организации защиты, и других факторов. В зависимости от обстановки, а также от того, в каком звене организуется защита от химического оружия, указанные мероприятия могут проводиться либо полностью, либо частично.

Рассредоточение спасательных воинских формирований и периодическая смена районов их расположения осуществляется с целью максимально снизить их потери, а также затруднить противнику отыскание и выбор объектов для поражения химическим оружием. Порядок и степень рассредоточения устанавливаются командиром (начальником) в зависимости от выполняемой задачи, защитных и маскирующих свойств местности, возможностей по ее инженерному оборудованию с учетом защитных свойств техники. При рассредоточении спасательных воинских формирований необходимо соблюдать следующие требования: рассредоточение не должно отрицательно сказываться на способности подразделений выполнять возложенные на них задачи, не должно затруднять управление подразделениями, взаимодействие и проведение аварийно-спасательных и других неотложных работ. Смену районов расположения в интересах защиты от химического оружия целесообразно осуществлять, если позволяет обстановка и, при условии, что в новом районе расположения спасательные воинские формирования будут надежно укрыты, а вероятность потерь будет меньше, чем в ранее занимаемом районе.

Инженерное оборудование районов, занимаемых спасательными

ми воинскими формированиями заключается в устройстве фортификационных сооружений. Для размещения командных и медицинских пунктов, обеспечения отдыха личного состава и приема пищи в условиях действий на зараженной местности возводятся защитные сооружения гражданской обороны, обеспечивающие безопасное пребывание в них личного состава без средств индивидуальной защиты. Защитные сооружения гражданской обороны включают объекты коллективной защиты и средства коллективной защиты. К объектам коллективной защиты относятся убежища, противорадиационные укрытия, быстро-возводимые убежища и укрытия, простейшие укрытия, подвижные объекты специальной техники. Средства коллективной защиты включают: фильтровентиляционные или регенеративные установки различного назначения; воздухозаборные и защитные устройства; средства герметизации входов и выходов, состоящие из герметических дверей и герметизирующего материала для перегородок и занавесей.

Рельеф местности и растительный покров оказывают влияние на глубину распространения и степень заражения местности отравляющими веществами. Лесные массивы, обратные скаты высот, овраги, карьеры, подземные выработки обладают защитными свойствами от химического оружия противника. Вместе с тем овраги, лощины, карьеры, долины реки, леса, населенные пункты способствуют образованию застоя паров отравляющих веществ и изменяют направление распространения облака зараженного воздуха, а высоты способствуют его отрыву из приземного слоя и рассеиванию. Концентрация отравляющих веществ в облаке зараженного воздуха на вершине холма (горы) будет меньше, чем у подножия. Стойкость отравляющих веществ в лесу примерно в 10 раз больше, чем на открытой местности, но в глубину леса облако зараженного воздуха проникает на небольшое расстояние. По глубоким лощинам с крутыми скатами и вдоль речных долин облако зараженного воздуха, особенно при инверсии, может затекать в районы, находящиеся далеко в стороне от основного направления распространения. В лощинах, расположенных перпендикулярно к направлению приземного ветра, облако зараженного воздуха может застаиваться на продолжительное время.

Для обезвреживания отравляющих веществ в организме имеются антитоды. Они играют основную роль в лечебно-профилактической помощи пораженным отравляющими веществами. Антитоды применяются личным составом самостоятельно при проявлении первых признаков поражения отравляющими веществами. Антитоды могут быть в ампулах, шприц-тюбиках, таблетках. Обеззараживание участков местности, дорог и сооружений, обмундирования и снаряжения проводится

подразделениями радиационной химической и биологической защиты спасательных воинских формирований. Для дегазации техники развертываются станции обеззараживания техники на базе автобусно-троллейбусных парков, автоколонн, автомоек. Для обеззараживания вещевого имущества, снаряжения, средств защиты развертываются станции обеззараживания одежды на базе банно-прачечных комбинатов и химчисток. Для санитарной обработки населения развертываются санитарно-обмывочные пункты на базе банно-прачечных комбинатов и бань.

#### **18.4. Биологическое оружие и его поражающие факторы**

Современное биологическое оружие включают специальные боеприпасы (авиационные бомбы, боеголовки ракет, мины, снаряды) и боевые приборы, снаряженные биологическими средствами (бактерии, риккетсии, вирусы, биологические токсины), предназначенные для поражения людей, животных, растений с целью выведения из строя личного состава и нанесения экономического ущерба стране. На 26-й сессии Генеральной ассамблеи ООН (16 декабря 1971 года) принята Конвенция о запрещении разработки, производства и накопления запасов бактериологического (биологического) и токсинного оружия и об их уничтожении [74, 93, 102, 104].

Специально отобранные биологические агенты составляют основу биологического оружия и относятся к боевым биологическим средствам. Список биологических агентов включает:

- возбудителей вирусной природы: натуральную оспу, геморрагическую лихорадку Марбурга, Эбола, Ласса, боливийскую геморрагическую лихорадку, венесуэльский энцефаломиелит лошадей, восточный энцефаломиелит лошадей, желтую лихорадку, японский энцефалит, лихорадку Денге, лихорадку долины Рифт, геморрагическую лихорадку с почечным синдромом, конго-крымскую геморрагическую лихорадку;

- возбудителей риккетсиозной природы: эпидемический сыпной тиф, пятнистую лихорадку Скалистых гор, Ку-лихорадку;

- возбудителей бактериальной природы: чуму, сибирскую язву, туляремию, сап, мелиоидоз, бруцеллез, легионеллез;

- токсины растительного и животного происхождения: ботулинические токсины, столбнячный, сибиреязвенный, стафилококковые и энтеротоксины, рицин, нейротоксины.

Особенностями поражающего действия биологического оружия являются:

1. Высокая потенциальная эффективность – способность биоло-

гического оружия поражать людей или животных ничтожно малыми дозами.

2. Контагиозность, т.е. способность инфекционных болезней передаваться от больного человека (животного) к здоровому и способность к эпидемическому (эпизоотическому) распространению ряда инфекционных болезней.

3. Трудность обнаружения и наличие скрытого (инкубационного) периода.

4. Продолжительность его действия, обусловленная способностью спорообразующих микроорганизмов длительное время сохраняться в окружающей среде и некоторых патогенных микроорганизмов длительно сохраняться в организме переносчиков.

5. Сложность диагностики возникающих поражений, обусловленная:

- возможностью использования неизвестных возбудителей или их комбинированием (большое разнообразие биологических агентов и одновременное применение возбудителей нескольких инфекций);

- выведение штаммов возбудителей инфекционных болезней, устойчивых к современным средствам профилактики и лечения;

- необычными путями заражения и большими инфицирующими дозами биологических средств;

- использованием неспецифических переносчиков и видов переносчиков, устойчивых к средствам дезинфекции.

6. Избирательность (целенаправленность) действия биологических средств, связанная с наличием большого количества возбудителей инфекционных заболеваний, опасных для человека, животных и растений.

7. Сильное психологическое воздействие (наличие реальной угрозы применения противником биологического оружия может вызывать у людей страх и появление паники).

8. Относительная дешевизна и технологическая простота производства биологического оружия.

9. Наличие условий, благоприятных для появления инфекционных заболеваний в сочетании с ранениями, ожогами, поражением проникающей радиацией и отравляющими веществами.

10. Необходимость проведения режимных мероприятий в войсках и на этапах медицинской эвакуации.

11. Применение в широких масштабах биологического оружия может привести к возникновению серьезных экологических последствий.

Биологическая рецептура представляет собой смесь специальных препаратов, обеспечивающих биологические средства наиболее

оптимальными условиями для сохранения своих поражающих свойств. Имеются рецептуры, содержащие одновременно возбудителей чумы, туляремии, сибирской язвы, а также рецептуры, в состав которых наряду с биологическими средствами входят химические и радиоактивные агенты.

Эффективность биологического оружия зависит от поражающих свойств биологических средств и правильного выбора способа их применения. Способы боевого применения биологических средств базируются на способности патогенных микроорганизмов и токсинов в естественных условиях проникать в организм человека следующими путями:

- с воздухом – через органы дыхания;
- с пищей и водой – через желудочно-кишечный тракт;
- через слизистые оболочки рта, носа, глаз, кожные покровы;
- в результате укусов зараженных кровососущих членистоногих (клещей) и насекомых (комаров, блох и др.);
- через неповрежденную кожу.

В связи с этим массовые поражения личного состава войск, населения, сельскохозяйственных животных и растений возможны аэрозольным, трансмиссивным и диверсионным способами применения биологических средств. Аэрозольный способ применения биологических средств заключается в создании биологического аэрозоля для заражения приземного слоя атмосферы, местности, личного состава и военной техники с помощью специальных биологических бомб, и генераторов аэрозолей. К преимуществам этого способа зарубежные военные специалисты относят: возможность использования в боевых целях почти все виды имеющихся биологических средств, даже и те, которые в естественных условиях через воздух не передаются; способность вызывать в короткие сроки массовые поражения; сложность диагностики и лечения комбинированных форм поражения.

Биологические средства нападения характеризуются следующими показателями. Инкубационный период: быстродействующие (максимум поражения в первые сутки), замедленного действия (появление поражения – от 2 до 5 суток), отсроченного действия (поражения – от 2 до 5 суток). Тяжесть поражения: смертельного действия, временно выводящие из строя. Способы заражения: контагиозные, неконтагиозные. Устойчивость возбудителя во внешней среде: малоустойчивые (1–3 ч), относительно устойчивые (до 24 ч), высокоустойчивые.

С целью повышения устойчивости системы биологического аэрозоля к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды и более длительного сохранения поражающей способности используется

метод микроинкапсуляции, который позволяет с помощью инертного синтетического полимера обволакивать и защищать каждую аэрозольную частичку при ее образовании.

Трансмиссивный способ применения биологических средств заключается в преднамеренном рассеивании в районе цели искусственно зараженных кровососущих членистоногих (клещей) и насекомых (комаров). В основе этого способа лежит то, что многие живущие в природных условиях кровососущие членистоногие легко воспринимают и длительно сохраняют отдельных возбудителей опасных инфекционных заболеваний. Другой способ применения биологических средств заключается в преднамеренном скрытом заражении биологических средств замкнутых пространств воздуха, воды, продовольствия.

Биологическими рецептурами могут снаряжаться различные средства - авиационные бомбы, кассеты, боеприпасы реактивной артиллерии, боевые части ракет различной дальности действия, выливные и распыляющие приборы, наземные механические генераторы аэрозолей, энтомологические боеприпасы.

При применении биологических средств различными способами и средствами могут возникать районы (очаги) биологического заражения и поражения. Район (очаг) биологического заражения – это территория, в пределах которой распространены (или куда привнесены) биологические средства для поражения личного состава, населения, сельскохозяйственных животных и растений, а также для нанесения ущерба окружающей природной среде.

В зависимости от способа применения биологических средств районом (очагом) биологического заражения является: при создании аэрозоля – приземный слой атмосферы, содержащий биологический аэрозоль в поражающих концентрациях, и территория, над которой прошло облако биологического аэрозоля, с расположенными на ней различными другими объектами и элементами природной среды; при использовании зараженных переносчиков – район их распространения. В пределах района биологического заражения может возникнуть – территория, в пределах которой в результате воздействия биологического оружия возникли массовые поражения людей, животных и растений.

### **18.5. Обычные средства поражения и высокоточное оружие**

Понятие обычные средства поражения возникло с появлением оружия массового поражения, в первую очередь ядерного оружия. Оно обозначило границу между тем оружием, которое применялось в течение предыдущего времени и оружием, которое имело принципиальные отличия и в корне изменяло возможные последствия его применения [74, 93, 102, 104].

Новое оружие (оружие массового поражения) отличалось по своим поражающим свойствам (массовое поражение населения, уничтожению и разрушению различных объектов, техники и сооружений и т.д.), имело совершенно новые поражающие факторы (ударная волна, световое излучение, проникающая радиация, радиоактивное заражение и электромагнитный импульс). Поражающее действие химического оружия основано на использовании веществ, способных нанести массовое поражение (войскам, населению, животным) в короткие сроки и на больших площадях. Биологическое оружие основано на использовании болезнетворных свойств микроорганизмов, способных вызывать различные массовые инфекционные заболевания и гибель людей, животных и растений.

Традиционное оружие, как правило, имело ограниченный масштаб поражающего воздействия на различные цели и достаточно ограниченного действия поражающие факторы. Поражающие факторы проявлялись в создании избыточного давления (воздушной ударной волны) в результате подрыва боеприпаса (фугасные); создании облака осколков опасных, в первую очередь, для населения и войск противника в результате подрыва боеприпасов (осколочные); создании высокотемпературной кумулятивной струи, предназначенной, в первую очередь, для бронированных целей (кумулятивные); создании и поддержании высокой температуры горения объекта нанесения удара за счет попадания на его поверхность содержимого боеприпаса (зажигательные: напалмы, пирогели, термитные и фосфорные смеси др.); создании объемно-детонирующей среды, представляющей собой взрыв аэрозолей, распыленных в пространстве (вакуумные).

Таким образом, между тем оружием, которое применялось на протяжении многих десятилетий, были достаточно хорошо изучены возможные последствия его действий, и совершенно новым огромной разрушительной и поражающей силы имеются существенные различия. Под обычными средствами поражения стали понимать боеприпасы различной формы, структуры и мощности, снаряженные взрывчатыми веществами или специальными смесями. Основная масса боеприпасов снаряжается взрывчатыми веществами, выделяемая энергия которых поражает, разрушает и уничтожает предназначенные цели в определенном радиусе действий, в зависимости от их мощности и свойств конкретной цели. Обычные средства поражения применяются в авиации, сухопутных войсках, военно-морском флоте.

В зависимости от вида поражающих факторов обычные средства поражения представляют собой боеприпасы следующего вида действия: ударного действия, фугасные, осколочные, кумулятивные,

зажигательного (огневого) действия, объемно-детонирующие (вакуумные). По своим конструктивным особенностям они подразделяются на ракеты, бомбы, снаряды, мины, торпеды, боевые блоки, баки, кассеты, гранаты, патроны, пули, заряды, фугасы, артиллерийские выстрелы и др. Для применения обычных средств поражения используется, как правило, комплекс (система) вооружения. Основными элементами современной системы вооружения являются используемые средства поражения, средства их доставки к цели, а также средства управления.

Одно из важных свойств обычных средств поражения заключается в том, что они могут быть неуправляемыми, управляемыми и самонаводящимися с различными методами управления. Методы наведения подразделяются на командные, автономные, комбинированные системы наведения и самонаводящиеся. В зависимости от принципа работы системы наведения включают: телевизионную, тепловизионную, инфракрасную, лазерную, радиолокационную, корреляционную, спутниковую и другие.

Неуправляемые и управляемые боеприпасы могут доставляться в районы их пуска (сброса) различными носителями, в том числе стратегической и тактической авиацией, кораблями и подводными лодками.

Современные обычные средства поражения обладают повышенной разрушительной силой, приближающей их к ядерным боеприпасам малой мощности и большой дальностью применения. К таким средствам можно отнести боеприпасы объемного взрыва (вакуумные), которые занимает промежуточное положение между ядерными малой мощности и обычными (фугасными) боеприпасами. Температура в зоне детонации за несколько десятков микросекунд может достигать 2500–3000 °С. Они способны уничтожить не только живую силу, вооружение и военную технику противника, но и объекты экономики, мирное население городов, их инфраструктуру с целью создания паники, хаоса и принуждения противника сдать.

Сверхмощная бомба -GBU-43/B – это фугасная авиабомба длиной 9,17 м и диаметром 102,9 см стоит на вооружении США. Она весит 9,5 т, из них 8,48 т приходится на массу взрывчатого вещества – смесь гексогена, тротила и алюминиевого порошка. Такое вещество мощнее чистого тротила в 1,35 раза, сила взрыва бомбы достигает 11 тонн в тротиловом эквиваленте. Радиус поражения составляет 140 метров и еще на расстоянии до 1,5 км от эпицентра происходят частичные разрушения.

#### *Высокоточное оружие.*

Отдельное место в составе обычных средств поражения занимают боеприпасы, относящиеся к высокоточному оружию, которое

является особым классом обычного управляемого оружия, обладающего высокой точностью поражения цели. Боеприпасы способны поражать малоразмерные наземные цели, высокозащищенные, заглубленные и подземные сооружения. К ним можно отнести пункты управления гражданской обороны, защитные сооружения для наибольшей работающей смены категорированных объектов, технологические установки на предприятиях топливно-энергетического комплекса, реакторные отделения АЭС и другие.

Принципиальное отличие высокоточного оружия состоит в том, что оно дает высокую вероятность поражения цели за счет прямого попадания в широком диапазоне дальности, в любое время суток, в сложных метеорологических условиях и при интенсивном противодействии противника. В настоящее время под высокоточным оружием понимают управляемые средства поражения, обеспечивающие вероятность прямого попадания в типовые объекты – цели (например, здание, сооружение предприятия, танк, самолет, мост и т.п.), превышающую 0,5, на любой дальности стрельбы в пределах зоны досягаемости. Современные системы высокоточного оружия обеспечивают поражение с точностью до 0,5 м.

Основными качественными характеристиками высокоточного оружия являются: минимальный расход средств поражения (как правило, не требует пристрелки и обеспечивает поражение выявленных целей 1–2 выстрелами (пусками)); отсутствие существенного влияния дальности стрельбы на ее точность. Особенностями высокоточного оружия является уничтожение (разрушение) наиболее важных (критических) элементов объектов экономики, размеры которых бывают в десятки и сотни раз меньше площади самих предприятий, но именно их разрушение прекращает функционирование данного объекта.

К высокоточному оружию относятся:

- разведывательно-ударные (огневые) комплексы, реализующие принцип «обнаружил – выстрелил – поразил»;
- баллистические ракеты, управляемые на траектории, в том числе с кассетными боеголовками и самонаводящимися боевыми элементами;
- артиллерийские управляемые и самонаводящиеся боеприпасы (снаряды и мины, в том числе кассетные);
- авиационные дистанционно-управляемые и самонаводящиеся боеприпасы (бомбы, ракеты, кассеты);
- дистанционно-управляемые летательные аппараты.

По масштабам применения высокоточное оружие подразделяют на оперативно-стратегическое и тактическое. К оперативно-

стратегическому относятся наиболее мощные системы оружия, применение которых позволит противоборствующей стороне нанести решающее поражение противнику. Это, прежде всего крылатые ракеты: наземного, морского, воздушного базирования; управляемые ракеты; баллистические ракеты, наводимые на конечном участке траектории; разведывательно-ударные комплексы; дистанционно-пилотируемые летательные аппараты. К тактическому высокоточному оружию относятся авиационные управляемые бомбы, управляемые авиационные кассеты и ракеты, противотанковые ракетные комплексы и танки, способные применять управляемые ракеты.

Исходя из характера излучения поражаемых объектов, высокоточное оружие можно классифицировать по типу поражаемых целей: радиоизлучающих, теплоизлучающих, контрастных и целей общего назначения. Для поражения объектов (целей) общего назначения применяются баллистические и крылатые ракеты, управляемые ракеты, при наведении которых энергетический контакт между боеприпасами и целью отсутствует. Эти же объекты могут поражать артиллерия и самолеты с применением управляемых и самонаводящихся боеприпасов.

По базированию высокоточное оружие подразделяют на наземное, воздушное, морское. В зависимости от характера аппаратуры, обеспечивающей точное наведение оружия на цель, места ее размещения, особенностей энергетического контакта с целью различают четыре метода управления: телеуправление, автономное, самонаведение, смешанное (комбинированное).

К современным средствам поражения в обычном снаряжении, способным потенциально наносить удары по объектам тыла относятся: обычные и управляемые авиабомбы, в том числе модульной конструкции (с ракетным ускорителем); управляемые ракеты воздушного и наземного базирования; крылатые ракеты воздушного, наземного и морского базирования; межконтинентальные баллистические ракеты в обычном снаряжении. Средствами доставки данных видов оружия может быть стратегическая и тактическая авиация, надводные корабли и подводные лодки. Практически все указанные средства вооружения используют аэрокосмические средства наведения на цель.

Управляемые авиационные бомбы применяются для атаки точечных хорошо защищенных и заглубленных целей с расстояния до 20–30 км в настоящее время применяются бомбы с лазерной системой наведения. Боевая часть этих бомб несет обычно фугасный заряд с массой взрывчатого вещества 230–900 кг или проникающие боеголовки. Обнаруженная оператором воздушного пункта управления цель подсвечивается с помощью лазера с обеспечивающего самолета. Рас-

положенное на управляемой авиационной бомбе приемное устройство регистрирует отраженное от цели излучение и корректирует траекторию полета бомбы. Наиболее вероятное отклонение управляемых авиабомб с лазерными системами наведения от точки прицеливания не более 3 м. Основным недостатком этих бомб является возможность применения лишь в безоблачную погоду. Авиабомбы, оснащенные модулем для корректировки траектории полета авиабомб по сигналам, получаемым от спутников системы GPS, обладают круговым вероятным отклонением не более 13 м в любых погодных условиях.

Крылатые ракеты большой дальности морского базирования вооружены многоцелевые атомные подводные лодки и некоторые типы надводных кораблей и ракеты воздушного базирования могут нести ядерный или обычный боезаряд с массой взрывчатого вещества 450 кг. Существуют модификации с моноблочной и кассетной боевой частью.

Современные крылатые ракеты:

-обладают высокой точностью стрельбы (круговым вероятным отклонением до 3-5 м);

- большим удалением рубежей пуска ракет (2500 км);

- функционирует в плохих метеоусловиях;

- малые высоты полета (10–30 м) в сочетании с малыми значениями эффективной поверхности рассеивания значительно снижают дальность обнаружения для существующих радиолокационных систем, что обуславливает несвоевременное оповещение и целеуказание огневым средствам и, следовательно, невыполнение задачи поражения цели;

- наличие кумулятивно-фугасной боевой части (БЧ), которая может пробивать броневую плиту толщиной 2,5 м, позволяет надежно поражать укрепленные ракетные комплексы шахтного и мобильного базирования, командные пункты, защитные сооружения гражданской обороны;

- обеспечивается подлет ракет залпа к цели с различных направлений в заданное время; ракета способна осуществлять патрулирование заданного района в течение 2 часов и быть перенацеленной за 4 минуты на поражение другого объекта;

В качестве возможных средств уничтожения объектов тыла рассматриваются и межконтинентальные баллистические ракеты. Доставленные к цели с их помощью боеголовки могут обладать кинетической энергией, достаточной для того, чтобы пробить любую защиту.

*Средства наведения.* Система космических разведывательных спутников применяется для поиска и слежения за мобильными целями, обнаружение которых осуществляется в основном низкоорбитальными спутниками, оснащенными аппаратурой высокого разрешения (пассивными электронно-оптическими приемниками видимого и инфракрасного

диапазонов). Время появления разведывательных космических аппаратов над заданными районами может быть предсказано с высокой точностью, что позволяет более эффективно проводить маскировку объектов.

*Беспилотные летательные аппараты.* Для решения задачи поиска и слежения за целями также используются и беспилотные летательные аппараты. Основное их применение для наведения на цель и как средства, дополняющие спутниковую систему наблюдения. Беспилотные летательные аппараты будут способны осуществлять слежение за целью в течение 24 ч на расстоянии более 5500 км от места базирования и возвращаться обратно, оснащаться оптико-электронной и инфракрасной аппаратурой. Они могут совершенствоваться до телеуправляемых (дистанционно управляемых) реактивных тактических истребителей и бомбардировщиков. Существуют дистанционно управляемые летательных аппаратов размером с бабочку и менее, совершающих свой полет самостоятельно. Наметила тенденция объединения всех и беспилотных летательных аппаратов в единое информационное поле, глобальные электронные сети автоматических пусковых установок, в сеть сигнальных радиоярлыков (радиометок) и средства обмена разведывательной информацией для всех уровней военного управления.

Беспилотные летательные аппараты военного назначения классифицируются:

- по функциональному назначению: наблюдательные, разведывательные, разведывательно-ударные, ударные, бомбардировочные, истребительные, транспортные, мишени, имитаторы цели, многоцелевые;
- по глубине действия: поле боя, тактическая, оперативно-тактическая, оперативная, стратегическая;
- по кратности применения: одноразовые, многоразовые;
- по способу старта: без аэродромного старта, аэродромного старта;
- по способу посадки: посадка по самолетному, точечная посадка;
- по продолжительности полета: малой продолжительности полета менее 1 часа, средней продолжительности полета 1-6 часов, большой продолжительности полета более 6 часов;
- по взлетной массе: микро менее 1 кг, малый 1-100 кг, легкий 100-500 кг, средний 500-5000 кг, тяжелый 5000 – 15000 кг, сверхтяжелый более 15000 кг.

Беспилотные летательные аппараты подразделяют на три основные категории: стратегические высотные длительного полета, способные находиться в воздухе по меньшей мере до 24 ч и нести полезную нагрузку массой до 500 кг и более; тактические средневысотные с длительностью полета 4–12 ч и массой полезной нагрузки до 100 кг; портативные и миниатюрные.

## 18.6. Оружие на новых физических принципах

Нетрадиционные виды оружия предназначены, прежде всего, для того, чтобы лишить противника возможности активного сопротивления. Принципиально новое оружие обеспечивает избирательное воздействие на критически важные элементы вооружений, техники, объектов инфраструктуры вероятного противника. Оно использует физические принципы, которые до сих пор в массовом вооружении не применялись, его иногда называют - оружием на новых физических принципах. К ним относятся: акустическое, лучевое, лазерное, плазменное, ускорительное (пучковое), рентгеновское, радиологическое, протонное, гамма-лазерное, радиочастотное, электромагнитное, тепловое, скалярное. Это перечень того, что введено в действие или находится в стадии разработки: генераторы звука, причиняющие невыносимую боль; стробоскопы, вызывающие тошноту; дезориентирующие лазеры; ослепляющие вспышки; изотропные радиаторы (вид оружия, которое выбрасывает лазерные лучи, ослепляющие людей и оптические приборы); лазерные лучи, от которых лопаются глазные яблоки; ультразвуковые лучи, столь мощные, что могут разрушать здания, а также внутренние органы солдат противника; снотворные газы, которые могут погружать в сон большое количество людей; широкий спектр галлюциногенов, добавляемых в системы питьевой воды; топографические изображения, дезориентирующие или морально подавляющие противника; генераторы инфра низких частот, которые могут проецировать голоса в мозг человека или разрушать его иммунную систему; газы, которые не убивают, но выводят противника из строя; электромагнитные пистолеты; инфракрасные передатчики, которые могут поджигать здания; аэрозоли, делающие металлы хрупкими; сверх едкие вещества – в сотни раз сильнее обычных токсичных веществ; неядерные электромагнитные импульсы, способные на больших расстояниях взрывать склады боеприпасов и выводить из строя электронику и другое. Оружие на новых физических принципах находящиеся на различных этапах разработки и действующее может применяться для летального поражения и для кратковременного выведения из строя живой силы противника (оружие не смертельного действия). [74, 93, 102, 104].

*Геофизическое оружие* – глобальное оружие массового поражения. Для поражения противника оно использует природные явления и процессы. В зависимости от среды, в которой оно может применяться, выделяют: литосферное (тектоническое, геологическое), гидросферное (гидрологическое), метеорологическое (погодное), озонное (биокосмическое), ионосферное и магнитосферное (геокосмическое, климатическое) оружие.

*Биосферное оружие* условно разделяют на две категории: экологическое – в основном предназначено не для поражения человека, а для избирательного воздействия на биологическую составляющую окружающей среды (растительный и животный мир); биологическое – непосредственно или косвенно воздействует на физиологию человека, нарушая его нормальное функционирование. Разновидностями биологического оружия являются генетическое, этническое и расовое оружие.

*Генетическое оружие.* Это вещества химического или биологического происхождения, способные вызывать в организме человека мутации (изменения структуры) генов, сопровождающиеся нарушением здоровья или запрограммированным поведением людей. Опасность генетически модифицированных организмов и трансгенных продуктов заключается не только в их возможной негативной направленности, но и в неизученных в полной мере принципах работы генетического механизма человека.

*Этническое оружие* определяется как оружие, предназначенное для поражения отдельных этнических и расовых групп людей путем целенаправленного химического или биологического воздействия на клетки, ткани, органы, системы организма человека, обладающие определенными внутривидовыми групповыми наследственными особенностями.

*Психосферное оружие.* Оно способно целенаправленно и эффективно воздействовать на сознание, волю, чувства и настроения людей, дезорганизовать систему государственного и военного управления. Помимо традиционных информационных и психологических средств, к психосферному оружию относят: психотропные препараты (нейролептики, психоделики, наркотики), воздействие на мозг человека, компьютерные вирусы.

*Акустическое оружие.* Оно охватывает три характерных диапазона частот: инфразвуковая область – ниже 20 Гц (герц), слышимая – от 20 Гц до 20 кГц и ультразвуковая – свыше 20 кГц. Объектом воздействия является организм человека, а также радиоэлектронные средства, которые работают на принципе приема и преобразования акустических волн.

*Ультразвуковое оружие* обладает специфическими возможностями. При коротких импульсах в результате кавитации могут образовываться пузырьки и микроразрывы тканей. Это позволяет разрушать психику, нервную систему и полностью лишать человека памяти. Применяется при дистанционном зомбировании человека, в том числе скрытном.

*К электромагнитному оружию* относят оружие, в котором для

придания начальной скорости снаряду используется магнитное поле, либо энергия электромагнитного излучения используется непосредственно для поражения цели. Предназначено для того, чтобы лишить противника боеспособности, не уничтожая его физически.

*Пульсовое оружие.* Его задача – электрическим ударом на большом расстоянии обездвижить противника или вывести из строя технику.

*Искусственные молнии.* В последнее время зарождается и новая разновидность электромагнитного оружия. Оно предназначено для поражения целей искусственно инициированными молниями.

*Электромагнитные боеприпасы.* Разрабатываются одноразовые электромагнитные боеприпасы, на базе крылатых ракет и управляемых бомб. Их планируют использовать как средство для парализации систем противовоздушной обороны, управления и коммуникаций, для разрушения систем безопасности и доступа в бункеры. Одним из видов электромагнитного оружия считают генераторы микроволновых колебаний. Генераторы микроволнового излучения, предназначены для дистанционного воздействия на большие скопления людей.

*Лучевое оружие* способно вызывать не только термические эффекты, но и радиационные поражения. Основным преимуществом такого оружия является скрытность его применения (отсутствие внешних признаков применения), высокая точность, прямолинейность пространства, практически мгновенное достижение цели. Основными разновидностями лучевого оружия являются лазерное, рентгеновское, гамма-лазерное и пучковое (ускорительное) оружие. Принцип действия лазерного оружия основан на излучении мощным квантовым генератором (лазером) электромагнитных волн оптического диапазона. Гамма-лазерное оружие пока находится в стадии разработки. В отличие от обычных оптических лазеров гамма-лазер генерирует не свет, а гамма-лучи, которые по мощности превосходят рентгеновские. Принцип действия гамма-лазеров аналогичен лазерам оптического диапазона. Рентгеновское оружие характеризуется высокими в сравнении с лазерами оптического диапазона энергиями рентгеновского излучения, способностью проникать сквозь значительные толщи различных материалов, не отражаясь от преград как лазерные лучи. Поражающим фактором ускорительного оружия против человека служит остронаправленный пучок насыщенных энергией заряженных (электроны, протоны) или нейтральных частиц, разогнанных мощным генератором до больших скоростей. Основным его средством поражения плазменного оружия является сгусток плазмы – плазмод, который представляет собой облако разогретого ионизированного газа. В воздушный канал, предварительно разогретый микроволновым или лазерным из-

лучением, специальный генератор «вбрасывает» высокотемпературный плазменный сгусток, который скоростью около одной пятой скорости света настигает и поражает цель.

Сегодня интенсивно ведутся работы по созданию оружия нового поколения на основе искусственного протонного распада. На принципе искусственного протонного распада разработчики надеются создавать генераторы любой мощности и назначения: от индивидуальных боевых излучателей до стратегических космических комплексов с любой точностью действия.

К разновидности электрического оружия можно отнести и скалярное оружие, основанное на применении многоэлементных трансляторов, позволяющих преобразовывать электромагнитную энергию в энергию скалярной волны (скаляр физическая величина имеет только цифровое значение, вектор имеет еще и направление)(сферически симметричная продольная волна).

К нетрадиционным видам оружия относят:

- радиологическое оружие, основанное на использовании боевых радиоактивных веществ в виде порошков или растворов вещества;
- тепловое (термическое) оружие, использующее в качестве поражающего фактора высокотемпературные зажигательные средства, доставляемые к целям высокоточным оружием;
- графитовые бомбы, оснащенные токопроводящими нитями из композиционного материала на основе углерода, эффективны для вывода из строя энергетических объектов;
- кибернетическое оружие, наносящее удар по компьютерным сетям и информационным системам противника с помощью вредоносных программ (вирусов) и хакерских атак;
- биологическое оружие нового поколения, которое ускоряет разрушение конструкционных и других материалов (меняет структуру металлов и сплавов, резин, полимеров, трансформирует горючесмазочные материалы в желеобразную массу);
- химическое оружие нового поколения, изменяющее структуру и свойства металлов и сплавов, изменяющее параметры горения, а также вызывающие снижение боеспособности и подвижности живой силы.

### **18.7. Средства нелетального поражения людей**

Оружие не смертельного или нелетального действия – оружие, которое при обычном применении не должно приводить к гибели или серьезным травмам у тех, против кого оно направлено. Основная цель использования такого оружия – нейтрализация, а не поражение противника, ущерб здоровью и физическому состоянию людей при этом

должен быть сведен к минимуму. К данной категории относится комплекс механических, химических, электрических и светозвуковых устройств, используемых правоохранительными органами и спецслужбами для оказания психофизического, травматического и удерживающего воздействия на правонарушителя, временного вывода его из строя, а также армейским спецназом – для захвата противника живым [74, 93, 102, 104].

Наиболее характерными причинами, которые могут привести к гибели человека при применении не летального оружия, являются случайные выстрелы, рикошеты, неумелое обращение с оружием и противоправное применение его, а также наличие у жертвы скрытых медицинских проблем. Применение пластиковых, резиновых пуль и других не смертельных боеприпасов может стать причиной контузий, переломов ребер, сотрясения мозга, потери глаз, поверхностных повреждений различных органов и кожи, повреждений черепа, разрывов сердца, почек, печени, внутренних кровоизлияний и даже смерти. Такое воздействие могут оказывать травматические патроны с резиновыми или пластмассовыми пулями, предназначенные для использования в полицейском или боевом огнестрельном оружии.

Водометы - устройства, оказывающие физическое воздействие струями воды под большим давлением. Как правило, не наносят сколько-нибудь тяжелых травм, но способны вызвать переохлаждение, а при отрицательной температуре – и обморожение, в том числе с летальным исходом.

Слезоточивый газ, перечный газ, психотропные отравляющие вещества – химические вещества, вызывающие раздражение органов восприятия (слезотечение, резь, звон в ушах), органов дыхания (кашель, удушье), кожи (жжение, воспаление), нервной системы и психики (галлюцинации, потеря сознания, чувство ужаса и страха, паника) делающие невозможным продолжение осознанной деятельности в зоне воздействия. Подобные средства могут использоваться дистанционно как специальные патроны для ружей, так и как отдельное оружие, (заряды разрушаются при ударе, тем самым устраняя риск проникающего ранения).

Светошумовые боеприпасы выполнены на основе горения пиротехнических средств. Пеномет – устройство, стреляющее специальной быстротвердеющей и обволакивающей пеной лишая человека подвижности, слуха и зрения. Лазер – его импульсы дезориентируют противника и приводят к временному ослеплению. Использование лазеров в качестве оружия запрещено.

## 18.8. Информационно-психологическое оружие

К внутренним военным опасностям относится деятельность по информационному воздействию на население, в первую очередь на молодых граждан страны, имеющая целью подрыв исторических, духовных и патриотических традиций [5, 74, 93, 102, 104].

Инструментом информационного воздействия на население является информационно-психологическое оружие. Под информационно-психологическим оружием понимается совокупность специальных методов и средств скрытого и насильственного воздействия на психику человека (людей) с целью управления его (их) поведением (деятельностью), в нужном для воздействующей стороны направлении или уничтожение (гибель) человека (людей).

Цель применения информационно-психологического оружия – заставить отдельного человека, коллектив или общество выполнять внешнюю, поставленную кем-то задачу или программу. Для достижения данной цели применяется информационное управление – такое управление, когда управляющее воздействие носит информационный характер, заключающуюся в том, что субъекту управления дается информационная картина, ориентируясь на которую, он выбирает линию поведения.

Значительный рост применения в последнее время информационно-психологического оружия обусловлен рядом обстоятельств.

1. Исследованы особенности влияния информационно-управляющих воздействий на базис и надстройку общества. Результатом явилась установка возможности изменения общественного строя, сущность которой состоит в следующем: информационно-управляющее воздействие должно осуществляться не в лоб, не штурмуя базис общества, а через надстройку, совершая так называемую «молекулярную агрессию» в сознании общества и разрушая его старое культурное ядро.

2. Достижение высокого уровня знания о воздействии информации на человека и общество.

3. Возникновение необходимости уметь влиять на поведение масс. Управление людьми и обществом преследует разные цели в зависимости от целей правящей группы людей, состояния общества и государства.

4. Возрастание роли технических средств в производстве и передаче информации. Информационное воздействие на человека представляет одновременный учет двух компонентов - информационного и психологического. Преобладание информационного обусловлено тем, что данное воздействие предусматривает информационный подход и построение информационной модели психики человека, а также учет информационного взаимодействия между людьми или их группами.

Одним из важных понятий в рамках определения информационно-психологического оружия является информационное воздействие. Информационные воздействия – необходимая предпосылка и условие формирования и существования общественного и индивидуального сознания любого человека (общества) со дня его появления. Информационные воздействия достигают эффекта, когда они изменяют психологические свойства, состояния и модели поведения, деятельности человека в нужном для общества направлении. Информационно-психологические воздействия могут оказывать влияние на все компоненты сознания – психические процессы (восприятие, память, воображение, мышление, внимание), психологические состояния и психические свойства личности.

Информационно-психологические воздействия на человека могут привести к двум видам взаимодействующих изменений. Во-первых, это изменения психики, психологического здоровья человека. Во-вторых, информационно-психологические воздействия на человека ведут к сдвигам в ценностях, жизненных позициях, ориентирах, мировоззрении личности, в том, что определяет личность как гражданина. Специально организованные воздействия на психику человека могут носить как конструктивный, так и деструктивный характер. В современном мире с целью достижения политических и иных целей используют конструктивные и деструктивные процессы за овладение психикой человека. Между противниками господствуют взаимно деструктивные отношения, внутри каждой из сторон идет борьба за преобладание процессов конструктивных над деструктивными.

Субъектами и, вместе с тем, объектами информационного воздействия являются личности, те или иные группы людей, общество, государства, все человечество в целом. К объектам воздействия информационно-психологического оружия относятся: военно-политическое руководство, военнослужащие и гражданское население страны, против которой планируется силовая акция; военнослужащие и гражданское население дружественных, нейтральных государств и стран; национальные и религиозные меньшинства; оппозиционные силы; определенные социальные группы (интеллигенция, предприниматели, домохозяйки и т.д.).

Выделяется четыре вида объектов, на которые направлено информационно-психологическое оружие.

Первый и второй виды относятся собственно к человеку (личности). Первый рассматривает человека как гражданина, т.е. как субъекта политической жизни, носителя определенного мировоззрения, обладающего более или менее выраженным правосознанием и менталитетом, духовными идеалами и ценностными установками. Гражданин есть сознательный субъект отношений с властью (государством), и он строит

свое жизненное поведение в зависимости от того, насколько он этой власти доверяет. Доверие к власти есть главный стержень общественно-го поведения граждан. Формирование доверия и есть основная политическая задача власти, использующей прямо или косвенно все находящиеся в ее распоряжении источники информационного воздействия на граждан, прежде всего государственные средства массовой информации, а также средства влияния на другие источники. Неадекватное общественным (с точки зрения власти) интересам поведение гражданина может принимать как острые формы политического экстремизма, угрожающие самому существованию власти, так и политического равновесия, не в меньшей степени подрывающего основы общественной жизни.

Второй вид рассматривает человека как личность, индивида, обладающего сознанием, подверженным различного рода манипуляторным воздействиям, информационным по своей природе, результаты которых могут прямо угрожать физическому или психологическому здоровью человека. Именно такие воздействия часто на протяжении многих лет формируют морально-психологическую атмосферу в отдельных слоях общества, питают криминальную среду и способствуют росту числа психических заболеваний в обществе.

Третий вид предусматривает анализ информационных воздействий на организованные или неорганизованные группы и массы людей. Цель их воздействий – вызвать особое, конфликтное поведение в острых жизненных (политических, военных, чрезвычайных) ситуациях. Примеры таких целей- инициация паники, принуждение к сдаче в плен, мобилизация митингующих к активным действиям.

Четвертый вид ставит проблему информационно-психологического воздействия на население страны в целом или в региональном масштабе. Речь в этом случае идет о наиболее подверженной манипулятивным воздействиям части населения, к которой принадлежат, прежде всего, социально незащищенные граждане. Именно они испытывают сильное моральное и психологическое давление, ложась на общий фон бедности и неустроенности в жизни.

Морально-психологическая безопасность населения, степень которой оказывается существенно зависимой от массового и индивидуального восприятия и оценки условий социальной жизни. Однако это восприятие и оценка всегда и практически целиком преломляется потоком непрерывных информационных воздействий, обрушивающихся на человека. Воздействие информационно-психологического оружия на психику людей связано прежде всего с подавлением воли к сопротивлению, «зомбированием» психики (манипулированием и перестройкой мышления), программированием поведения людей в повседневной жизни и в любой обстановке с их деморализацией и психической деградацией.

## ГЛАВА 19. ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Информационные технологии приобрели глобальный трансграничный характер и стали неотъемлемой частью всех сфер деятельности личности, общества и государства. Их эффективное применение является фактором ускорения экономического развития государства и формирования информационного общества. Информационная сфера играет важную роль в обеспечении реализации стратегических национальных приоритетов. Информационная безопасность является одной из составляющих обеспечения национальной безопасности страны в информационной сфере. Под информационной сферой понимается совокупность информации, объектов информатизации, информационных систем, сайтов в информационно - телекоммуникационной сети «Интернет», сетей связи, информационных технологий, субъектов, деятельность которых связана с формированием и обработкой информации, развитием и использованием названных технологий, обеспечением информационной безопасности, а также совокупность механизмов регулирования соответствующих общественных отношений [3, 35, 74, 102, 104].

Под угрозой информационной безопасности понимается совокупность действий и факторов, создающих опасность нанесения ущерба национальным интересам в информационной сфере. Информационная инфраструктура страны - совокупность объектов информатизации, информационных систем, сайтов в сети «Интернет» и сетей связи, расположенных на территории Российской Федерации, а также на территориях, находящихся под ее юрисдикцией или используемых на основании международных договоров.

Информационная безопасность — это состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних информационных угроз, при котором обеспечиваются реализация конституционных прав и свобод человека и гражданина, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет, территориальная целостность и устойчивое социально-экономическое развитие, оборона и безопасность государства.

Обеспечение информационной безопасности заключается в осуществлении взаимоувязанных правовых, организационных, оперативно-розыскных, разведывательных, контрразведывательных, научно-технических, информационно-аналитических, кадровых, экономических и иных мер по прогнозированию, обнаружению, сдерживанию, предотвращению, отражению информационных угроз и ликвидации последствий их проявления. Для обеспечения информационной без-

опасности используются силы государственных органов и организаций, уполномоченные на решение этих задач. Для этого используются правовые, организационные, технические и другие средства. Система обеспечения информационной безопасности представляет собой совокупность сил обеспечения информационной безопасности, осуществляющих скоординированную и спланированную деятельность, и используемых ими средств обеспечения информационной безопасности.

Расширение областей применения информационных технологий, являясь фактором развития экономики и совершенствования функционирования общественных и государственных институтов, одновременно порождает новые информационные угрозы. Возможности трансграничного оборота информации все чаще используются для достижения геополитических, военно-политических, а также террористических, экстремистских, криминальных и иных противоправных целей. При этом практика внедрения информационных технологий без увязки с обеспечением информационной безопасности существенно повышает вероятность проявления информационных угроз.

Одним из основных негативных факторов, влияющих на состояние информационной безопасности, является информационное и техническое воздействие на информационную инфраструктуру в военных целях, осуществление технической разведки в отношении российских государственных органов, научных организаций и предприятий оборонно-промышленного комплекса. В настоящее время усиливается информационное и психологическое воздействие, направленное на дестабилизацию внутривнутриполитической и социальной ситуации в различных регионах мира с вовлечением религиозных, этнических, правозащитных и иные организаций, отдельные группы граждан с широким использованием возможностей информационных технологий. Отмечается тенденция к увеличению в зарубежных средствах массовой информации объема материалов, содержащих предвзятую оценку государственной политики России. Нарастает информационное воздействие на население России, в первую очередь на молодежь, в целях размывания традиционных российских духовно-нравственных ценностей. Различные террористические и экстремистские организации широко используют механизмы информационного воздействия на индивидуальное, групповое и общественное сознание населения в целях нагнетания межнациональной и социальной напряженности, разжигания этнической и религиозной ненависти либо вражды, пропаганды экстремистской идеологии, а также привлечения к террористической деятельности новых сторонников. Такими организациями в противоправных целях активно создаются средства деструктивного воздей-

ствия на объекты критической информационной инфраструктуры. Возрастают масштабы компьютерной преступности, прежде всего в кредитно-финансовой сфере, увеличивается число преступлений, связанных с нарушением конституционных прав и свобод человека и гражданина, в том числе в части, касающейся неприкосновенности частной жизни, личной и семейной тайны, при обработке персональных данных с использованием информационных технологий.

Состояние информационной безопасности в различных областях деятельности государства:

- оборона страны - увеличением масштабов применения информационных технологий в военно-политических целях, направленных на подрыв суверенитета, политической и социальной стабильности, территориальной целостности;

- государственная и общественная безопасность - постоянное повышение сложности, увеличение масштабов и рост скоординированности компьютерных атак на объекты критической информационной инфраструктуры, усилением разведывательной деятельности;

- экономическая сфера - недостаточный уровень развития конкурентоспособных информационных технологий и их использования для производства продукции и оказания услуг, высокий уровень зависимости отечественной промышленности от зарубежных информационных технологий в части, касающейся электронной компонентной базы, программного обеспечения, вычислительной техники и средств связи;

- наука, технологии и образование - недостаточная эффективность научных исследований, направленных на создание перспективных информационных технологий, низким уровнем внедрения отечественных разработок и недостаточное кадровое обеспечение в области информационной безопасности, а также низкой осведомленностью граждан в вопросах обеспечения личной информационной безопасности.

Основой обеспечения информационной безопасности в области обороны страны является: стратегическое сдерживание и предотвращение военных конфликтов, которые могут возникнуть в результате применения информационных технологий; совершенствование системы обеспечения информационной безопасности вооруженных сил, прогнозирование, обнаружение и оценка информационных угроз; нейтрализация информационного и психологического воздействия, в том числе направленного на подрыв исторических основ и патриотических традиций.

Основой обеспечения информационной безопасности в области государственной и общественной безопасности является:

- противодействие использованию информационных технологий

для пропаганды экстремистской идеологии, распространению ксенофобии, идей национальной исключительности;

- пресечение использования технических средств и информационных технологий, наносящих ущерб национальной безопасности,

- повышение защищенности критической информационной инфраструктуры и устойчивости ее функционирования, развитие механизмов обнаружения и предупреждения информационных угроз и ликвидации последствий их проявления, повышение защищенности граждан и территорий от последствий чрезвычайных ситуаций, вызванных информационно-техническим воздействием на объекты критической информационной инфраструктуры;

- повышение безопасности функционирования объектов информационной инфраструктуры, недопущение иностранного контроля, за функционированием таких объектов, обеспечение безопасности информации на территории страны ;

- повышение безопасности функционирования образцов вооружения, военной и специальной техники и автоматизированных систем управления;

- повышение эффективности профилактики правонарушений, совершаемых с использованием информационных технологий, и противодействия таким правонарушениям;

- обеспечение защиты информации, содержащей сведения, составляющие государственную тайну, иной информации ограниченного доступа и распространения;

- совершенствование методов и способов производства и безопасного применения продукции, оказания услуг на основе информационных технологий с использованием отечественных разработок, удовлетворяющих требованиям информационной безопасности.

Основными направлениями обеспечения информационной безопасности в экономической сфере являются: инновационное развитие отрасли информационных технологий и электронной промышленности, широкого внедрения отечественных разработок, ликвидация зависимости отечественной промышленности от зарубежных информационных технологий и средств обеспечения информационной безопасности.

Основными направлениями обеспечения информационной безопасности в области науки, технологий и образования являются:

- достижение конкурентоспособности российских информационных технологий и развитие научно-технического потенциала в области обеспечения информационной безопасности;

- создание и внедрение информационных технологий, изначально устойчивых к различным видам воздействия;

- развитие кадрового потенциала в области обеспечения информационной безопасности и применения информационных технологий;
- обеспечение защищенности граждан от информационных угроз, в том числе за счет формирования культуры личной информационной безопасности.

В целях развития информационного общества принята программа «Цифровая экономика Российской Федерации» направленная на создание условий для развития общества знаний, повышении благосостояния и качества жизни граждан [35]. Это будет достигаться путем повышения доступности и качества товаров и услуг, произведенных в цифровой экономике с использованием современных цифровых технологий, повышения степени информированности и цифровой грамотности, улучшения доступности и качества государственных услуг для граждан, а также безопасности как внутри страны, так и за ее пределами.

Целями данной программы являются:

- создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности и в которой обеспечено эффективное взаимодействие, включая трансграничное, бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан;
- создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение имеющихся препятствий и ограничений для создания и (или) развития высокотехнологических бизнесов и недопущение появления новых препятствий и ограничений как в традиционных отраслях экономики, так и в новых отраслях и высокотехнологичных рынках;
- повышение конкурентоспособности на глобальном рынке как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом.

Цифровая экономика представлена 3 следующими уровнями, которые в своем тесном взаимодействии влияют на жизнь граждан и общества в целом:

- рынки и отрасли экономики (сферы деятельности), где осуществляется взаимодействие конкретных субъектов (поставщиков и потребителей товаров, работ и услуг);
- платформы и технологии, где формируются компетенции для развития рынков и отраслей экономики (сфер деятельности);
- среда, которая создает условия для развития платформ и технологий, и эффективного взаимодействия субъектов рынков и отраслей экономики (сфер деятельности) и охватывает нормативное регули-

рование, информационную инфраструктуру, кадры и информационную безопасность.

Для управления развитием цифровой экономики формируется «дорожная карта», которая по основным направлениям включает описание целей, ключевых вех и задач программы, а также сроков их достижения. На базе «дорожной карты» будет разработан план мероприятий, содержащий описание мероприятий, необходимых для достижения конкретных этапов, с указанием ответственных за выполнение мероприятий, источников и объемов финансирования. План мероприятий будет утверждаться на три года, что предполагает его ежегодное обновление. В «дорожной карте» выделены 3 основных этапа развития направлений цифровой экономики, по итогам которых предусмотрено достижение целевого состояния по каждому из направлений.

Реализация национальных интересов в информационной сфере направлена на формирование безопасной среды оборота достоверной информации и устойчивой к различным видам воздействия информационной инфраструктуры в целях обеспечения конституционных прав и свобод человека и гражданина, стабильного социально-экономического развития страны, а также национальной безопасности Российской Федерации.

## ГЛАВА 20. ГЕННО-ИНЖЕНЕРНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

В настоящее время все более широкое распространение получает генно-инженерная деятельность, связанная с производством продуктов, выращивании сельскохозяйственных культур, медицине. Отношения в сфере природопользования, охраны окружающей среды, обеспечения экологической безопасности и охраны здоровья человека, возникающие при осуществлении генно-инженерной деятельности регулируется законом «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности» [13].

Генная инженерия - совокупность методов и технологий, в том числе технологий получения рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот, по выделению генов из организма, осуществлению манипуляций с генами и введению их в другие организмы.

Генная терапия (генотерапия) - совокупность генно-инженерных (биотехнологических) и медицинских методов, направленных на внесение изменений в генетический аппарат соматических клеток человека в целях лечения заболеваний.

Генно-инженерная деятельность - деятельность, осуществляемая с использованием методов генной инженерии в целях создания генно – инженерно - модифицированных организмов.

Генно - инженерно-модифицированный организм - организм или несколько организмов, любое неклеточное, одноклеточное или многоклеточное образование, способные к воспроизводству или передаче наследственного генетического материала, отличные от природных организмов, полученные с применением методов генной инженерии и содержащие генно-инженерный материал, в том числе гены, их фрагменты или комбинации генов.

Трансгенные организмы - животные, растения, микроорганизмы, вирусы, генетическая программа которых изменена с использованием методов генной инженерии.

Генно-инженерная деятельность должна основываться на следующих принципах:

- безопасности граждан (физических лиц) и окружающей среды, клинических испытаний методов генодиагностики и генной терапии на уровне соматических клеток;

- общедоступности сведений о безопасности генно-инженерной деятельности;

- обязательного подтверждения соответствия продукции, содержащей результаты генно-инженерной деятельности, с указанием полной информации о методах получения и свойствах данного продукта;

- государственной регистрации генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, а также продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы, включая указанную продукцию, ввозимую на территорию Российской Федерации.

К генно-инженерной деятельности относятся генетические манипуляции на молекулярном, клеточном уровнях с участием рекомбинантных рибонуклеиновых и дезоксирибонуклеиновых кислот для создания генно-инженерно-модифицированных организмов (вирусов, микроорганизмов, трансгенных растений и трансгенных животных, а также их клеток), целей генодиагностики и генной терапии (генотерапии) применительно к человеку. В этот вид деятельности входят все виды испытаний генно-инженерно-модифицированных организмов, в том числе лабораторные, клинические, полевые, опытно-промышленные; утилизация отходов генно-инженерной деятельности; покупка, продажа, обмен, другие сделки и иная деятельность, связанная с генно-инженерными технологиями.

В области генно-инженерной деятельности необходимо осуществлять меры, входящие в систему системы безопасности проведения этих работ. Организации, осуществляющие генно-инженерную деятельность, обязаны обеспечить биологическую и физическую защиту своих работников, населения, окружающей среды в соответствии с уровнями риска потенциально вредного воздействия. В зависимости от степени потенциальной опасности, возникающей при осуществлении генно-инженерной деятельности, для замкнутых систем устанавливается четыре уровня риска потенциально вредного воздействия генно-инженерной деятельности на здоровье человека:

I уровень риска соответствует работам, которые не представляют опасности для здоровья человека, и сопоставим с риском при работе с непатогенными микроорганизмами;

II уровень риска соответствует работам, которые представляют незначительную опасность для здоровья человека, и сопоставим с опасностью при работах с условно-патогенными микроорганизмами;

III уровень риска соответствует работам, которые представляют умеренную опасность для здоровья человека, и сопоставим с опасностью при работах с микроорганизмами, потенциально способными к передаче инфекции;

IV уровень риска соответствует работам, которые представляют опасность для здоровья человека, и сопоставим с опасностью при работах с возбудителями особо опасных инфекций.

Работы, проводимые с микроорганизмами в замкнутых системах

в масштабе, превышающем лабораторные исследования, относятся к III или IV уровню риска. Генно-инженерная деятельность III и IV уровней риска, осуществляемая в замкнутых системах, подлежит лицензированию в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Генно-инженерно-модифицированные организмы, предназначенные для выпуска в окружающую среду, а также продукция, полученная с применением таких организмов или содержащая такие организмы, включая указанную продукцию, ввозимую на территорию страны, подлежит государственной регистрации в установленном порядке. За организмами, продукцией и семенами уполномоченные органы осуществляют мониторинг воздействия на человека и окружающую среду и контроль за их выпуском. По результатам мониторинга может быть установлен запрет на ввоз на территорию страны генно-инженерно-модифицированных организмов, предназначенных для выпуска в окружающую среду, и (или) продукции, полученной с применением таких организмов или содержащей такие организмы.

Генно-инженерной деятельностью могут заниматься граждане, профессиональная подготовка и состояние здоровья которых соответствуют требованиям правил безопасности генно-инженерной деятельности и организации, имеющие соответствующие помещения, оборудование и работников. Сведения о безопасности генно-инженерной деятельности являются общедоступными. Продукция (услуги), полученная с применением методов генно-инженерной деятельности, должна соответствовать обязательным требованиям в области охраны окружающей среды, фармакопейных статей, санитарно-эпидемиологическим требованиям, иным обязательным требованиям законодательства. В отношении продукции, полученной с применением генно-инженерно-модифицированных организмов и подлежащей обязательной сертификации или декларированию соответствия, выдается сертификат соответствия или принимается декларация о соответствии в установленном порядке.

Организации и граждане, которые осуществляют генно-инженерную деятельность и действия или бездействие которых причинили вред работникам, населению, окружающей среде, несут ответственность. Нарушения, выразившееся в использовании генно-инженерно-модифицированных организмов не в соответствии с разрешенным видом (видами) целевого использования, нарушении специальных условий их использования, в том числе при производстве конкретного вида продукции или в использовании организмов и (или) продукции, не зарегистрированных в установленном порядке, также влечет за собой ответственность.

## ГЛАВА 21. КАЧЕСТВО ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ И ОРГАНИЧЕСКАЯ ПРОДУКЦИЯ

### 21.1. Качество пищевых продуктов

Потребительский рынок пищевой продукции представляет собой важнейшую часть современной экономики страны и требует комплексного и системного развития. Вопросы качества пищевых продуктов отражены в «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» [6]. Согласно данной стратегии несовершенство правовых и организационных механизмов в отношении качества пищевой продукции приводит к тому, что на российском рынке имеет место оборот продуктов, не отвечающих потребностям большинства населения, а также фальсифицированной пищевой продукции. Потребление пищевой продукции с низкими потребительскими свойствами является причиной снижения качества жизни и развития ряда заболеваний населения, в том числе за счет необоснованно высокой калорийности пищевой продукции, сниженной пищевой ценности, избыточного потребления насыщенных жиров, дефицита микронутриентов и пищевых волокон. Несанкционированное использование в процессе сельскохозяйственного производства лекарственных препаратов для ветеринарного применения, преднамеренно вводимых в организм продуктивных животных, приводит к загрязнению пищи и к негативным последствиям для здоровья человека (появление возбудителей инфекционных заболеваний с новыми свойствами, повышение тяжести течения и последствий перенесенных инфекций, антибиотикорезистентность, аллергические реакции), требующим увеличения затрат на их лечение, в том числе с оказанием высокотехнологичной медицинской помощи.

Такую ситуацию усугубляет отсутствие единой информационной системы прослеживаемости качества пищевой продукции на протяжении всех процессов производства и обращения пищевой продукции, позволяющей определить происхождение пищевой продукции, отследить использование лекарственных препаратов для ветеринарного применения и средств защиты растений, идентифицировать организации, ответственные за каждый этап в цепи ее производства и обращения. Препятствием к повышению эффективности контроля соответствия пищевой продукции обязательным требованиям является в том числе недостаточность необходимых методов определения показателей качества.

Проблемой обеспечения качества пищевой продукции также является практически полное отсутствие в Российской Федерации про-

изводства пищевых ингредиентов и субстанций (витаминов, аминокислот, пищевых добавок, ферментных препаратов, биологически активных веществ, заквасочных и пробиотических микроорганизмов, пребиотических веществ и др.). Необходимо совершенствовать существующую систему методов контроля как самих пищевых добавок, так и пищевых добавок в составе пищевой продукции. В настоящее время разработанные методы контроля охватывают более половины регламентированных к применению пищевых добавок (консерванты, антиокислители, пищевые красители, синтетические подсластители и др.). Однако эти методы требуют доработки в части увеличения диапазонов определения и расширения перечня исследуемой продукции для целей их использования при выявлении фальсификации пищевой продукции.

Качество пищевой продукции — это совокупность характеристик пищевой продукции, соответствующих заявленным требованиям и включающих ее безопасность, потребительские свойства, энергетическую и пищевую ценность, аутентичность, способность удовлетворять потребности человека в пище при обычных условиях использования в целях обеспечения сохранения здоровья человека. Безопасность пищевой продукции - состояние пищевой продукции, свидетельствующее об отсутствии недопустимого риска, связанного с вредным воздействием на человека и будущие поколения. Энергетическая и пищевая ценность продукции - показатели, характеризующие наличие и количественное содержание в продукции пищевых и биологически активных веществ, определяющих его биологическую и физиологическую ценность, калорийность и усвояемость.

К потребительским свойствам пищевой продукции относятся:

- физико-химические показатели - нормируемые физико-химические характеристики конкретных видов пищевой продукции;
- органолептические показатели - характеристики, определяемые с помощью зрительной, вкусовой, обонятельной и слуховой сенсорных систем, и соматосенсорной системы;
- микробиологические показатели - содержание пробиотических и (или) технологических микроорганизмов в декларированных количествах;
- аутентичность - совокупность физико-химических и микробиологических показателей, их абсолютные количественные значения и интервалы, а также их изменения, обусловленные природными свойствами сырья и допустимым технологическим воздействием при получении готовой продукции, которые позволяют идентифицировать пищевую продукцию.

Обеспечение качества пищевой продукции является важнейшей составляющей укрепления здоровья, увеличения продолжительности и

повышения качества жизни населения, содействие и стимулирование роста спроса и предложения на более качественные пищевые продукты и обеспечение соблюдения прав потребителей на приобретение качественной продукции.

Для повышения качества пищевой продукции необходимо предусмотреть и совершенствовать правовое регулирование вопросов ее качества, расширить перечень показателей безопасности и актуализировать методологию оценки риска пищевой продукции для здоровья человека. Необходимо совершенствовать и разработать нормативы, показатели и методики оценки энергетической и пищевой ценности, потребительских свойств, аутентичности и сроков годности пищевой продукции, предусмотреть для нее введение сортности или аналогичных характеристик, градаций качества в зависимости от используемого сырья и ингредиентов, установить маркеры для идентифицировать происхождения, способов получения и переработки пищевой продукции. Мониторинг качества пищевой продукции необходимо проводить с учетом спектра потенциально опасных контаминантов химической и биологической природы (включая остаточные количества веществ, используемых в сельскохозяйственном производстве в целях профилактики и лечения болезней продуктивных животных и растений, средств защиты растений, устойчивые к антибиотикам микроорганизмы), пищевой ценности и потребительских свойств. Контаминант — нежелательный биологический агент либо химическое соединение, смесь соединений, обладающие высокой биологической активностью либо радиоактивное вещество, присутствие которых в сырье и пищевых продуктах несомненно может оказывать негативное воздействие на организм, и как следствие угрозу для здоровья и жизни человека.

В целях совершенствования государственного контроля (надзора) и внедрения риск-ориентированного подхода при осуществлении за соблюдением изготовителем, продавцом обязательных требований к качеству пищевой продукции необходимо предусмотреть государственную регистрацию пищевых добавок, ароматизаторов, пробиотических микроорганизмов, наноматериалов, препаратов, изготавливаемых с использованием генетически модифицированных микроорганизмов и других веществ в пищевую продукцию. Усовершенствовать контроль качества и государственную регистрацию пищевой продукции, полученной с использованием биотехнологий, включая генно-инженерно-модифицированные (трансгенные) организмы, в том числе генетически модифицированные микроорганизмы. Законодательно закрепить принцип ответственности изготовителя (исполнителя, продавца, лица, выполняющего функции иностранного изготовителя) за

обращение пищевой продукции, не соответствующей требованиям качества, в зависимости от степени его вины.

Одним из аспектов повышения качества пищевой продукции является производство пищевой продукции нового поколения, разработка инновационных технологий глубокой переработки сельскохозяйственного сырья для получения новых видов пищевой продукции с заданными характеристиками качества. К ним относятся специализированные, функциональные, обогащенные, органические пищевые продукты, и произведенные с использованием современных геномных и постгеномных технологий. При этом необходимо разработать методологию подтверждения эффективности (пользы для здоровья) продукции нового поколения, обнаружения, идентификации и количественного определения опасных, потенциально опасных загрязнителей пищевой продукции, а также пищевых добавок, биологически активных веществ в пищевой продукции.

Научные исследования в области качества пищевой продукции должны быть направлены, прежде всего, на выявление и оценку воздействия пищевых продуктов на здоровье населения в настоящее время и будущих поколений, установление механизмов действия и метаболизма новых и потенциально опасных загрязнителей пищевой продукции химической и биологической природы пищевых добавок. Важным аспектом исследований должно явиться проведение оценки опосредованных рисков для здоровья населения, обусловленных воздействием факторов окружающей среды, изменяющихся в результате взаимодействия с загрязнителями и пищевыми добавками, и прежде всего, антибиотикорезистентными микроорганизмами в пищевой продукции.

## **21.2. Особенности выращивания продукции органического производства на неиспользуемых сельскохозяйственных землях**

Проблема возвращения в оборот неиспользуемых земель сельскохозяйственного назначения до настоящего времени не потеряла своей актуальности. При неиспользовании земельного участка по целевому назначению в течение трех и более лет подряд он принудительно может быть изъят у его собственника. Таковыми являются земельные участки, не используемые для ведения сельского хозяйства [20].

На территории бывших сельскохозяйственных земель произрастают лесные экосистемы различного состояния, периода формирования и структуры. Анализ рассматриваемых экосистем проводился в Брянской области выборочным методом. Участки подбирались на различном расстоянии от стены чистых и смешанных, средневозрастных сосновых насаждений, средней полноты, высокой производительности, тип леса – сосняк брусничный, лесорастительные условия – В2,

имеются ели, микрорельеф сформирован, почва дерново-подзолистая, в среднем, толщина лесной подстилки (A0) составляет 2 см, гумусовый (A1) горизонт черного цвета – 15 см, подзолистый (A2) горизонт серого цвета – 12 см.

В экосистемах, сформировавшихся на бывших сельскохозяйственных землях древесный ярус представлен сосной, березой и различным смешением этих пород. Возраст 10–30 лет, полнота 0,8–1,0, бонитет первый, формирование микрорельефа, в зависимости от их возраста, находится на различных этапах. В основных насаждениях в возрасте около 30 лет и березовых древостоях 25–30 лет, почва дерново-подзолистая, в среднем, толщина лесной подстилки (A0), составляет 0,8 см, гумусовый (A1) горизонт черно-серого цвета – 1,2 см, подзолистый (A2) горизонт серого цвета – 10 см. Изменения почвы в основных и березовых древостоях в возрасте около 10 лет практически не наблюдаются, и они типичны для сельскохозяйственных земель района работ. Толщина подстилки менее 1,0 см, далее идет почва пахотного горизонта.

Травянистый покров в зависимости от полноты древостоя практически отсутствует или представлен луговыми травами. Ярусность в смешанном древостое определяется интенсивностью роста составляющих его деревьев, при этом березу можно отнести к первому ярусу, сосну ко второму. В ряде смешанных насаждений в возрасте около 30 лет отмечается до 100 шт/га подрост ели и сосны в возрасте до 5 лет. У сосны после 15 лет отмечается постепенное снижение прироста в высоту и после 25 лет его падение составляет 25–30 %. В настоящее время расстояние до стены леса существенного значения на характеристику исследуемых лесов не оказывает.

Лесная экосистема это пространственно-временная, естественно развивающаяся и (или) искусственно формируемая, имеющая различную однородность, целостная совокупность природных компонентов, находящихся с внутренней и внешней средой во взаимосвязи, определяемой уровнем ее деградации [80, 87]. В соответствии с данным определением только при соблюдении определенных условий экосистема будет являться лесной. Экосистема, сформировавшаяся на неиспользуемых сельскохозяйственных землях, пространственно занимает определенную территорию, где объединены ее структурные элементы. При этом территория разделена участками, используемыми в сельскохозяйственном производстве.

Временная характеристика лесной экосистемы заключается в том, что составляющие ее пространственно объединенные элементы должны находиться на территории экосистемы такой период времени, за который проявляются их взаимосвязи. Новые инфраструктурные составля-

ющие экосистемы не являются ее элементами до тех пор, пока не проявились положительные или отрицательные взаимосвязи [80, 87]. В экосистемах, сформировавшихся на бывших землях сельскохозяйственного назначения взаимосвязи практически не проявились, так как сами структурные составляющие находятся в стадии формирования.

Естественное развитие лесных экосистем, происходит на лесных землях, где отсутствует антропогенное воздействие, прежде всего на почву, в настоящее время и ранее, и они характеризуются естественными сукцессионными процессами. Рассматриваемые экосистемы находятся на почвах сельскохозяйственного назначения, сформированных в результате антропогенного воздействия, то есть, это искусственно созданная структурная составляющая экосистемы. Кроме того, лесная экосистема является целостной при условии совокупности всех ее природных структурных составляющих, которые включают в себя лесные древесные и иные растения, землю, животных, микроорганизмы и другие природные компоненты. В изучаемых экосистемах этой совокупности не наблюдается, что обусловлено небольшим периодом ее формирования.

Анализ количественных и качественных характеристик экосистем, формирующихся на бывших сельскохозяйственных землях, показал, что они не в полной мере отвечают требованиям, предъявляемым к естественным лесным экосистемам, и являются в настоящее время территориями, на которой произрастает древесная и травянистая растительность, имеются некоторые структурные составляющие, характерные для лесных и искусственно созданных экосистем, то есть их можно отнести к растительным экосистемам. Растительная экосистема – это пространственно-временная, естественно развивающаяся или искусственно созданная и регулярно поддерживаемая человеком экосистема, имеющая различную однородность, целостная совокупность природных и (или) искусственных компонентов, находящихся с внутренней и внешней средой во взаимосвязи, определяемой уровнем ее деградации [80, 87].

В агропромышленном комплексе все более широкое распространение получило производство пищевых органических продуктов и продуктов их переработки, произведенных в органическом сельском хозяйстве. Нормативы к производству органической продукции сельского хозяйства определяются ГОСТ Р 56508-2015 и ГОСТ Р 56104-2014 [43, 44]. Органическое сельское хозяйство – это производственная система, которая улучшает экосистему, сохраняет плодородие почвы, защищает здоровье человека, сохраняет биологическое разнообразие, не использует компоненты, способные принести вред окружающей среде. Правила и регламенты органического производства,

устанавливаются на всех его стадиях и основаны на использовании природных, биологических и возобновляемых ресурсов. При этом используемые методы должны быть биологическими, физическими и механическими по своей природе. Не допускается использовать наноматериалы, вещества восстанавливающие свойства и имитирующие отдельные характеристики продукта, генетически модифицированные организмы и продукты на их основе, ионизирующее излучение для обработки органических пищевых продуктов [44].

Для производства органического пищевого продукта растительного происхождения необходимо использовать земли и предприятия с переходным периодом на органическое производство не менее двух лет со времени посева или не менее трех лет до первого сбора органических продуктов. Используемые территории до начала производственного цикла должны быть свободными от загрязнителей техногенной, антропогенной и естественной природы. Производство органических пищевых продуктов должно быть отделено во времени и пространстве от производства продуктов, не относящихся к органическим. Расположено вдали от источников загрязнения окружающей среды, объектов промышленной деятельности, территорий интенсивного ведения сельского хозяйства и четко отделено от любых других производственных объектов, не отвечающих требованиям органического производства с использованием мер по установлению барьеров и буферных зон [44].

Растительные экосистемы, сформировавшиеся на бывших сельскохозяйственных землях, в полной мере отвечают требованиям необходимым для организации на их территории органического производства в растениеводстве, животноводстве и пчеловодстве. Период неиспользования этих земель для ведения сельского хозяйства составляет более 10 лет. Они располагаются в основном далеко от объектов промышленности, способных оказать на них негативное воздействие. Для отделения их от участков ведения сельского хозяйства необходимо создавать буферные зоны. В качестве барьеров или буферных зон могут быть использованы сами рассматриваемые растительные экосистемы.

Кроме выполнения роли барьеров, сформировавшиеся экосистемы, включающие древесную и травянистую растительность, будут выполнять общеизвестную положительную роль как полезащитные лесные полосы, а при расположении участков вдоль рек и других водоемов водоохранные и рекреационные функции. Защитные полосы целесообразно создавать шириной не менее 1,5–2,0 высоты древостоя в настоящее время (около 20 м). Поля должны быть прямоугольной формы, шириной около 50 метров и площадью до 2 гектар, с располо-

жением в шахматном порядке, длинной стороной поперек преобладающих ветров.

В органическом растениеводстве используют методы обработки почвы, направленные на сохранение ее естественного сложения, предотвращение развития деградационных процессов и поддержание биоразнообразия экосистем. Для сохранения и повышения плодородия и биологической активности почв применяют специальные севообороты, в том числе с возделыванием бобовых и других сидеральных культур, а также почвоулучшающие вещества и вещества животного и растительного происхождения, полученные в системе органического сельского хозяйства и прошедшие стадию компостирования или анаэробной ферментации. При этом применение минеральных азотных удобрений не допускается [44]. Данные методы повышения плодородия почв в исследуемых экосистемах необходимо проводить до их вырубки при создании полей, создавая открытые пространства, не превышающие 1,5 высоты древостоя, методом выборочной рубки древесного яруса, и (или) под пологом древостоя. Формирование полей производится при достижении необходимых показателей плодородия почвы.

Природные экосистемы, сформировавшиеся на бывших землях сельскохозяйственного назначения, целесообразно использовать для получения экологически чистой органической сельскохозяйственной продукции. Ведение современного органического производства и сохранение части растительных экосистем в качестве защитных полос позволит зарегулировать поверхностный сток, повысить плодородие почв, существенно уменьшить негативное влияние климатогенных факторов, улучшить гидрологические условия местности, водных объектов и в целом увеличить урожай сельскохозяйственных культур в условиях органического производства.

Ряд неиспользуемых сельскохозяйственных земель ранее имели низкие показатели плодородия, располагались в неудобных для ведения хозяйства местах и в настоящее время возвращение их в оборот экономически нецелесообразно. Такие природные экосистемы могут использоваться для иной не связанной с сельскохозяйственным производством деятельности, а произрастающие по берегам водных объектов будут выполнять водоохранную роль. Одним из видов может быть их рекреационное использование, с созданием соответствующей инфраструктуры.

Использование растительных экосистем, произрастающих в настоящее время на бывших сельскохозяйственных землях, для различных видов деятельности, как связанной, так и не связанной с сельскохозяйственным производством позволит учесть экологические, экономические и социальные аспекты территорий их расположения.

## ГЛАВА 22. ЧРЕЗВЫЧАЙНЫЕ СИТУАЦИИ, ВОЗНИКШИЕ ВСЛЕДСТВИЕ РЕАЛИЗАЦИИ ОПАСНОСТЕЙ

Реализация опасности вызывает определенные последствия формируя экстремальные ситуации (дорожно-транспортные происшествия, гибель людей, пожары и т.п.). Среди экстремальных ситуаций выделяют особый класс событий, получивший название «чрезвычайные ситуации». Чрезвычайная ситуация - это обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей. Территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация является ее зоной. Согласно определению, чрезвычайная ситуация - это обстановка, возникшая в результате реализации той или иной опасности, а не сама опасность [15, 69, 83, 96].

Предупреждение чрезвычайных ситуаций представляет собой комплекс мероприятий, проводимых заблаговременно и направленных на максимально возможное уменьшение риска возникновения чрезвычайных ситуаций, а также на сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь в случае их возникновения.

Ликвидация чрезвычайных ситуаций - это аварийно-спасательные и другие неотложные работы, проводимые при возникновении чрезвычайных ситуаций и направленные на спасение жизни, и сохранение здоровья людей, снижение размеров ущерба окружающей среде и материальных потерь, а также на локализацию зон чрезвычайных ситуаций, прекращение действия характерных для них опасных факторов.

В системе защиты населения от чрезвычайных ситуаций существуют несколько способов доведения информации о чрезвычайных ситуациях до населения. Оповещение - это доведение до населения сигналов оповещения и экстренной информации об опасностях, возникающих при угрозе возникновения или возникновении чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, а также при ведении военных действий или вследствие этих действий, о правилах поведения населения и необходимости проведения мероприятий по защите. При информировании населения через средства массовой информации и по иным каналам до него доводится информация о прогнозируемых и возникших чрезвычайных ситуациях, принимаемых мерах по обеспечению безопасности населения и территорий, приемах и способах

защиты, а также проведение пропаганды знаний в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций, в том числе обеспечения безопасности людей на водных объектах, и обеспечения пожарной безопасности. Комплексная система экстренного оповещения населения об угрозе возникновения или о возникновении чрезвычайных ситуаций является элементом системы оповещения населения о чрезвычайных ситуациях, обеспечивающая доведение сигналов оповещения и экстренной информации до органов управления единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций и до населения в автоматическом и (или) автоматизированном режимах.

Зонай экстренного оповещения населения является территория, подверженная риску возникновения быстроразвивающихся опасных природных явлений и техногенных процессов, представляющих непосредственную угрозу жизни и здоровью находящихся на ней людей. Территория, подверженная риску возникновения быстроразвивающихся опасных природных явлений и техногенных процессов - это участок земельного, водного или воздушного пространства либо критически важный или потенциально опасный объект производственного и социального значения, отнесенные к указанной территории путем прогнозирования угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций и оценки их социально-экономических последствий.

Быстроразвивающиеся опасные природные явления и техногенные процессы - это негативные явления и процессы, определенные в ходе прогнозирования угрозы возникновения чрезвычайных ситуаций, локализация и ликвидация которой требуют заблаговременной подготовки сил и средств единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций.

Критически важный объект - это объект, нарушение или прекращение функционирования которого приведет к потере управления экономикой страны или административно-территориальной единицы субъекта Российской Федерации, ее необратимому негативному изменению (разрушению) либо существенному снижению безопасности жизнедеятельности населения.

Потенциально опасный объект - это объект, на котором расположены здания и сооружения повышенного уровня ответственности, либо объект, на котором возможно одновременное пребывание более пяти тысяч человек.

Катастрофа-это явление представляющее неожиданную серьезную и непредвиденную опасность для здоровья общества. С понятием «катастрофа» нередко отождествляются аварии, взрывы и другие опасности.

Авария - опасное техногенное происшествие, создающее на объекте определенной территории или акватории угрозу жизни и здоровью людей и приводящее к разрушению зданий, сооружений, оборудования и транспортных средств, нарушению производственного или транспортного процесса, а также к нанесению ущерба окружающей природной среде. Крупная авария, как правило, с человеческими жертвами, является катастрофой.

Чрезвычайные ситуации и вызывающие их природные и техногенные факторы классифицируются по различным признакам, описывающим эти явления со всевозможных характерных сторон их природы и свойств [17].

Чрезвычайные ситуации природного и техногенного характера подразделяются на:

а) чрезвычайную ситуацию локального характера, в результате которой территория, на которой сложилась чрезвычайная ситуация и нарушены условия жизнедеятельности людей (далее - зона чрезвычайной ситуации), не выходит за пределы территории объекта, при этом количество людей, погибших или получивших ущерб здоровью (далее - количество пострадавших), составляет не более 10 человек либо размер ущерба окружающей природной среде и материальных потерь (далее - размер материального ущерба) составляет не более 100 тыс. рублей;

б) чрезвычайную ситуацию муниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного поселения или внутригородской территории города федерального значения, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн. рублей, а также данная чрезвычайная ситуация не может быть отнесена к чрезвычайной ситуации локального характера;

в) чрезвычайную ситуацию межмуниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более поселений, внутригородских территорий города федерального значения или межселенную территорию, при этом количество пострадавших составляет не более 50 человек либо размер материального ущерба составляет не более 5 млн. рублей;

г) чрезвычайную ситуацию регионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

д) чрезвычайную ситуацию межрегионального характера, в ре-

зультате которой зона чрезвычайной ситуации затрагивает территорию двух и более субъектов Российской Федерации, при этом количество пострадавших составляет свыше 50 человек, но не более 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 5 млн. рублей, но не более 500 млн. рублей;

е) чрезвычайную ситуацию федерального характера, в результате которой количество пострадавших составляет свыше 500 человек либо размер материального ущерба составляет свыше 500 млн. рублей.

Приведенная классификация чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера не распространяется на чрезвычайные ситуации в лесах, возникшие вследствие лесных пожаров.

Чрезвычайные ситуации в лесах, возникшие вследствие лесных пожаров[34] подразделяются на:

а) чрезвычайную ситуацию в лесах муниципального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации в лесах не выходит за пределы одного муниципального района или городского округа, при этом в лесах на указанной территории не локализованы крупные лесные пожары (площадью 25 гектаров и более в зоне наземной охраны лесов и 200 гектаров и более в зоне авиационной охраны лесов), действующие более 3 суток с момента обнаружения, в отношении которых в установленном порядке не принималось решение о прекращении или приостановке работ по тушению лесного пожара, и (или) более 5 суток действуют нелокализованные лесные пожары, находящиеся в пределах 5-километровой зоны вокруг населенного пункта или объекта инфраструктуры, и (или) на тушение пожаров привлечено более 50 % лесопожарных формирований, пожарной техники и оборудования, предусмотренных планом тушения пожаров соответствующих лесничеств, и резерва, предусмотренного сводным планом тушения лесных пожаров субъекта Российской Федерации;

б) чрезвычайную ситуацию в лесах регионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации в лесах не выходит за пределы территории одного субъекта Российской Федерации, при этом введен режим чрезвычайной ситуации в лесах муниципального характера на территории двух и более муниципальных районов или городских округов;

в) чрезвычайную ситуацию в лесах межрегионального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации в лесах затрагивает территории двух и более сопредельных субъектов Российской Федерации, при этом на территории каждого из субъектов Российской Федерации введен режим чрезвычайной ситуации в лесах регионального характера;

г) чрезвычайную ситуацию в лесах федерального характера, в результате которой зона чрезвычайной ситуации в лесах затрагивает территории двух и более сопредельных федеральных округов, при этом на территории каждого из федеральных округов введен режим чрезвычайной ситуации в лесах межрегионального характера.

Чрезвычайные ситуации по происхождению бывают: техногенного, природного и биолого-социального характера, террористические акты [96].

Таблица 16 – Классификация техногенных чрезвычайных ситуаций

Вид техногенной чрезвычайной ситуации	Опасные события
Транспортные аварии (катастрофы)	Аварии (катастрофы) на железной дороге (грузовые, пассажирские поезда, поездов метрополитена), автомобильных дорогах (крупные автодорожные катастрофы), на мостах, туннелях, железнодорожных переездах, магистральных трубопроводах, море и реках (грузовых, пассажирских, подводных судов). Авиационные катастрофы в и вне аэропортов и населенных пунктах. Наземные и орбитальные аварии (катастрофы) ракетных космических комплексов и космических аппаратов.
Пожары, взрывы, угроза взрывов	Пожары (взрывы) в производственных, жилых зданиях, объектах социально-бытового и культурного назначения, на коммуникациях и технологическом оборудовании промышленных объектов, на объектах добычи, переработки и хранения легковоспламеняющихся, горючих и взрывчатых веществ, транспорте. Пожары (взрывы) в шахтах, подземных и горных выработках, метрополитенах на химически и радиационно опасных объектах. Обнаружение не разорвавшихся боеприпасов. Утрата взрывчатых веществ (боеприпасов).
Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ	Аварии с выбросом (угрозой выброса) аварийно химически опасных веществ при их производстве, переработке или хранении (захоронении), транспорте. Образование и распространение опасных химических веществ в процессе химических реакций, начавшихся в результате аварии. Аварии с химическими боеприпасами. Утрата источников химически опасных веществ
Аварии с выбросом (угрозой выброса) радиоактивных веществ	Аварии с выбросом (угрозой выброса) на АЭС, атомных энергетических установках производственного и исследовательского назначения, ядерно-топливного цикла, при промышленных и испытательных ядерных взрывах. Аварии транспортных средств и космических аппаратов с ядерными установками или грузом радиоактивных веществ на борту. Аварии с ядерными боеприпасами в местах их хранения или установки. Утрата радиоактивных источников

Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ	Аварии с выбросом (угрозой выброса) биологически опасных веществ на предприятиях промышленности и в научно-исследовательских учреждениях (лабораториях), транспорте. Утрата биологически опасных веществ
Гидродинамические аварии	Прорывы плотин (дамб, шлюзов, перемычек) с образованием волн прорыва и катастрофических затоплений, прорывного паводка, повлекшие смыв плодородных почв или отложение наносов на обширных территориях
Внезапное обрушение зданий, сооружений	Обрушение зданий и сооружений производственного, жилого, социально-бытового и культурного назначения, элементов транспортных коммуникаций
Аварии на электроэнергетических системах	Аварии на автономных электростанциях, электроэнергетических системах (сетях) с долговременным перерывом электроснабжения всех потребителей или обширных территорий. Выход из строя транспортных электроконтактных сетей
Аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения	Аварии в канализационных системах с массовым выбросом загрязняющих веществ, системах снабжения населения питьевой водой на тепловых сетях (система горячего водоснабжения) в холодное время, коммунальных газопроводах
Аварии на промышленных очистных сооружениях	Аварии на очистных сооружениях сточных вод промышленных предприятий и промышленных газов с массовым выбросом загрязняющих веществ

Таблица 17 – Классификация биолого-социальных чрезвычайных ситуаций

Вид биолого-социальной чрезвычайной ситуации	Опасные проявления
Инфекционная заболеваемость людей	Единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний .Эндемия, эпидемия, пандемия, эпидемическая вспышка. Групповые случаи опасных инфекционных заболеваний. Инфекционные заболевания невыявленной этиологии
Инфекционная заболеваемость животных	Единичные случаи экзотических и особо опасных инфекционных заболеваний. Энзоотия, эпизоотия, панзоотия. Инфекционные заболевания не выявленной этиологии
Болезни и вредители растений	Энфитотия. Прогрессирующая эпифитотия Панфитотия. Массовое распространение вредителей растений

Таблица 18 – Классификация природных чрезвычайных ситуаций

Вид природной чрезвычайной ситуации	Опасные процессы
Геофизические опасные явления	Землетрясения, извержения вулканов
Геологические опасные явления (экзогенные геологические)	Оползни, сели, пыльные бури, обвалы, осыпи, курумы, эрозия, склоновый смыв и др.
Метеорологические и агрометеорологические	Бури (9-11 баллов), ураганы (12-15 баллов), смерчи, торнадо, шквалы, вертикальные вихри, крупный град. Сильные дождь (ливень), туман, снегопад, гололед, мороз, метель, заморозки, жара, засуха, суховей
Морские гидрологические	Тропические циклоны (тайфуны), цунами, сильное волнение (5 и более баллов) и колебание уровня моря. Ранний ледяной покров, напор льдов, интенсивный дрейф льдов, непроходимый лед, отрыв прибрежных льдов и др.
Гидрологические	Высокие уровни вод (наводнения), половодья. Затопы и зажоры. Низкие уровни вод и др.
Гидрогеологические	Низкие или высокие уровни грунтовых вод
Природные пожары	Лесные пожары. Пожары степных и хлебных массивов. Торфяные пожары, подземные пожары горючих ископаемых.

Источником чрезвычайной ситуации является опасное природное явление, авария или опасное техногенное происшествие, широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, а также применение современных средств поражения, в результате чего произошла или может произойти чрезвычайная ситуация.

Чрезвычайные опасности, спонтанно возникая и обладая высокими уровнями воздействия на человека, как правило, травмируют большие группы людей, а промышленные, иные антропогенные объекты и окружающую среду разрушают.

Основными источниками таких опасностей являются:

- пожаро-, взрыво-, химически и радиационно опасные производственные объекты (АЭС, ракетные комплексы и т.п.);
- газовые, нефтяные, тепловые, электрические комплексы, их коммуникации и сети;
- новые технологии, направленные на получение энергии, развитие промышленных, транспортных и других комплексов;
- влияние стихийных природных явлений, способных вызывать аварии и катастрофы на промышленных и иных объектах.

Источниками чрезвычайной техногенной опасности также могут быть:

- остановка ряда производств, обусловившая нарушение хозяйственных связей и сбои в технологических цепочках;
- высокий уровень износа основных производственных средств;
- накопление отходов производства и быта, представляющих угрозу распространения токсичных веществ в природной среде;
- снижение требовательности и эффективности работы надзорных организаций и государственных инспекций;
- снижение и нарушение технологической и трудовой дисциплины работающих.

Основными причинами крупных техногенных аварий являются:

- отказ технических систем из-за дефектов изготовления и нарушения режимов эксплуатации;
- ошибочные действия операторов технических систем;
- концентрация различных производств в промышленных зонах без должного изучения их взаимовлияния.

Одной из распространенных причин пожаров и взрывов, особенно на объектах нефтегазового и химического производства и при эксплуатации средств транспорта, являются разряды статического электричества.

## ГЛАВА 23. БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ И ПРОЦЕССОВ, НАДЕЖНОСТЬ И РАБОТОСПОСОБНОСТЬ ТЕХНИКИ

### 23.1. Безопасность технических средств и процессов

Основными причинами воздействия опасных и вредных факторов на работающих в процессе их деятельности являются:

- нарушение условий эксплуатации оборудования;
- нарушение требований безопасности труда при планировке;
- отказ или поломка оборудования;
- ошибочные действия при наладке, регулировке, ремонте оборудования;
- появление человека в опасной зоне;
- отказ в работе сигнализации и другие [68, 71, 91, 97].

Наиболее важную роль в повышении безопасности играют автоматические средства, например, системы контроля состояния среды. Средства безопасности и все оборудование должны обладать надежностью.

Средства безопасности обычно находятся в двух состояниях – в режиме состояния и в режиме исполнения. Нарушение функционирования системы в режиме ожидания называют функциональным отказом. Нарушение работоспособности защитного устройства в процессе устранения опасной ситуации - технологический отказ.

Из общей надежности выделяют эксплуатационную надежность (прочностную). Она связана с силовыми, износowymi и тепловыми воздействиями на оборудование и средства безопасности.

Для характеристики надежности используются показатели отказности для невосстанавливаемых систем и показатели ремонтпригодности для восстанавливаемых систем. Показатели ремонтпригодности характеризуют способность системы к устранению отказов путем проведения ремонтов и технического обслуживания. В общей массе отказов, кроме внезапных, имеются и постепенные отказы, которые проявляются в результате усталости, изнашивания, старения, коррозии деталей и др. необратимых процессов. Время распределения безотказности устройств при постепенных отказах, чаще всего, подчиняется закону нормального распределения.

Для повышения безопасности технических систем и технологических процессов используются различные методы и средства. Методами (способами) повышения безопасности осуществляется конструктивное и техническое воплощение принципов в реальной действительности. Зная методы обеспечения безопасности, можно согласовать возможности человека с окружающей средой, достигнув определенно-

го уровня безопасности.

Гомосфера — пространство (рабочая зона), в котором находится человек, осуществляя свою деятельность. Ноксосфера — пространство, в котором постоянно или периодически существует опасный или вредный фактор. С позиций безопасности полное совмещение гомосферы и ноксосферы недопустимо. Вредные и травмирующие воздействия, генерируемые техническими системами, образуют в среде обитания опасные зоны. Одновременно с опасными зонами в среде обитания существуют зоны пребывания человека. В условиях производства это рабочая зона и рабочее место. Варьируя взаимным расположением опасных зон и зон пребывания человека в пространстве, можно существенно влиять на решение задач по обеспечению безопасности жизнедеятельности.

Защита расстоянием — это разведение в пространстве опасных зон и зон пребывания человека. Защита расстоянием положена в основу нормирования санитарно-защитных зон — необходимого расстояния между источниками опасностей и жилыми домами, служебными помещениями, людьми и др. Границы зон определяются расчетами для каждого конкретного случая размещения источника опасности. Защита временем — это чередование периодов нахождения в зоне действия опасностей и периодов нахождения в безопасной зоне.

Основные методы по обеспечению безопасности:

1. Метод разделения гомосферы и ноксосферы в пространстве или во времени реализуется следующими средствами:

- ограждением механизмов, обеспечением недоступности в опасную зону, использованием блокирующих и предохранительных устройств;

- герметизацией оборудования и аппаратуры;

- тепловой изоляцией нагретых поверхностей или применением средств защиты от лучистого тепла;

- переходом к технологиям и оборудованию с замкнутым циклом движения жидких и газообразных веществ;

- проведением периодического технического обслуживания и проверкой технического состояния оборудования на соответствие требованиям безопасной эксплуатации;

- обеспечением функциональной диагностики состояния оборудования в процессе работы;

- использованием дистанционного управления технологическими процессами и оборудованием;

- использованием средств автоматизации и станков с программным управлением;

— использованием роботов.

2. Метод, состоящий в нормализации ноксософеры путем исключения опасности:

— использованием экранов, демпферов, поглотителей, фильтров и других средств для защиты от опасностей;

— заменой вредных веществ безвредными;

— заменой сухих способов транспортировки и обработки пылящих материалов мокрыми;

— заменой технологических процессов, связанных с возникновением опасных и вредных факторов, процессами, где эти факторы отсутствуют или имеют несущественную интенсивность;

— организацией полного улавливания или очистки технологических выбросов и сбросов.

3. Метод, включающий приемы и средств, направленных на адаптацию человека к соответствующей среде и повышению его защищенности:

— закалкой организма, общей физической культурой;

— обучением, получением инструктажа на отдельные виды работ;

— психологической подготовкой к восприятию опасностей и отработкой практических навыков и норм поведения в экстремальных условиях;

— использованием индивидуальных средств защиты, спецодежды, противогазов, инструмента с изолированными ручками, измерительных средств и приборов и другое.

Из методов обеспечения безопасности наибольшее распространение получил метод исключения действия вредных и опасных факторов. Для реализации этого метода применяются различные современные средства обеспечения безопасности с использованием технических средств. Технические средства защиты могут встраиваться в оборудование или являться частью строительного решения. Средства регулирования микроклимата: кондиционеры, вентиляторы, отопители, пылеотделители, аспираторы и другие. поддерживают требуемые параметры воздушной среды и относятся к средствам коллективной защиты. Дополнительные средства используют при техническом обслуживании и ремонте машин, при ликвидации отклонений от нормального протекания технологического процесса (крючки, чистики, подставки, упоры, лопаты, огнетушители и другое).

Средствами защиты от опасных зон являются защитные устройства. Конструкция их должна быть такой, чтобы при отказе его отдельных элементов действие других не прекращалось. Средства защиты не должны снижать производительность труда, ухудшать условия

наблюдения за технологическим процессом. Они подразделяются на ограждающие, тормозные, предохранительные и сигнализирующие устройства.

Защитные ограждения, приспособления и устройства должны исключать:

- возможность соприкосновения работника с движущимися частями оборудования;
- выпадение (вылет) деталей, рабочих органов;
- попадания частичек обрабатываемого материала на человека;
- возможность травмирования при смене рабочих органов инструментов.

Ограждения защищают оператора от механических воздействий движущихся и вращающихся частей, высоких или низких температур, повышенных уровней излучения, агрессивных химических веществ, биологических вредностей (кожух, крышка, решетка, сетка, капот, перила, барьеры, экраны, жалюзи, козырьки и другое). Они могут быть сплошные, несплошные, прозрачные, непрозрачные, стационарные, съемные, открываемые, раздвижные.

Посредством блокировки можно предотвратить запуск при включенной передаче, начало движения при открытых дверях, включение рабочих органов при снятом ограждении или нахождение человека в опасной зоне. Они могут быть механические, пневматические, электрические, фотоэлектрические, гидравлические и др.

Блокировки должны отвечать следующим требованиям:

- исключать возможность выполнения операций при незафиксированном рабочем материале или его неправильном положении;
- не допускать самопроизвольных перемещений;
- выполнение следующего цикла до окончания предыдущего;
- обеспечивать остановку, невозможность пуска при снятых ограждениях;
- обеспечивать удержание заготовки материалов при прекращении подачи электроэнергии, топлива, масла и пр.

Ограничители служат для предотвращения появления в технических системах излишнего количества энергии, в результате которого могут развиваться нестандартные ситуации. Сигнализирующие устройства предназначены для информирования операторов в процессе работы. Сигнализация подразделяется на знаковую, световую, пожарную, звуковую, цветовую (красный, зеленый, желтый).

### **23.2. Надежность и работоспособность техники**

При анализе и оценке надежности конкретные технические устройства именовются обобщенным понятием «объект». Объект – это предмет определенного целевого назначения, рассматриваемый в периоды проектирования, производства, эксплуатации, изучения, исследования и испытаний на надежность. Объектами могут быть системы и их элементы, в частности технические изделия, устройства, аппараты, приборы, их составные части, отдельные детали [16, 29, 71, 91, 97, 104].

Надежность – это свойство объекта сохранять во времени и в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования. Надежность является комплексным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условий его пребывания может включать безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость или определенное сочетание этих свойств.

Безотказность - свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки. Долговечность - свойство объекта сохранять работоспособное состояние при установленной системе технического обслуживания и ремонта. Ремонтпригодность - свойство объекта, заключающееся в приспособленности к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем технического обслуживания и ремонта. Сохраняемость - свойство объекта сохранять в заданных пределах значения параметров, характеризующих способность объекта выполнять требуемые функции, в течение и после хранения и (или) транспортирования.

Указанные важнейшие свойства надежности характеризуют определенные технические состояния объекта. Различают пять основных видов технического состояния объектов. Исправное состояние - состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Неисправное состояние - состояние объекта, при котором он не соответствует хотя бы одному из требований нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Работоспособное состояние - состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической и (или) конструкторской (проектной) документации. Неработоспособное состояние - состояние объекта, при котором значения хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям нормативно-технической и (или)

конструкторской (проектной) документации. Предельное состояние - состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация недопустима или нецелесообразна, либо восстановление его работоспособного состояния невозможно или нецелесообразно.

Переход объекта (изделия) из одного вышестоящего технического состояния в нижестоящее обычно происходит вследствие событий - повреждений или отказов. Совокупность фактических состояний объекта, к примеру, электроустановки, и возникающих событий, способствующих переходу в новое состояние, охватывает так называемый жизненный цикл объекта, который протекает во времени и имеет определенные закономерности.

Отказ - это событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Повреждение - событие, заключающееся в нарушении исправного состояния объекта при сохранении работоспособного состояния. Переход объекта из исправного состояния в неисправное не связан с отказом.

Дефектом называется каждое отдельное несоответствие объекта установленным нормам или требованиям. Дефект отражает состояние отличное от отказа. В соответствии с определением отказа, как события, заключающегося в нарушении работоспособности, предполагается, что до появления отказа объект был работоспособен. Отказ может быть следствием развития неустранимых повреждений или наличия дефектов (царапин, потертости изоляции, небольших деформаций).

Внезапный отказ характеризуется скачкообразным изменением значений одного или нескольких параметров объекта. На практике анализируются и другие отказы, к примеру, ресурсный отказ, в результате которого объект приобретает предельное состояние, или эксплуатационный отказ, возникающий по причине, связанной с нарушением установленных правил или условий эксплуатации.

При анализе надежности используются термины «элемент» и «система». Под элементом понимается часть сложного объекта, которая имеет самостоятельную характеристику надежности, выполняющую определенную частную функцию в интересах сложного объекта, который по отношению к элементу представляет собой систему. Например, изолятор в гирлянде изоляторов выполняет роль элемента, а гирлянда изоляторов - это система. Показатели надежности количественно характеризуют, в какой степени данному объекту присущи определенные свойства, обуславливающие надежность. Показатели надежности (например, технический ресурс, срок службы) могут иметь размерность, ряд других (вероятность безотказной работы, коэффициент готовности) являются безразмерными.

Количественной характеристикой только одного свойства надежности служит единичный показатель - безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость. Количественной характеристикой нескольких свойств надежности служит комплексный показатель - коэффициенты готовности, оперативной готовности, технического использования, планируемого применения, сохранения эффективности.

Коэффициент планируемого применения – доля периода эксплуатации, в течение которой объект не должен находиться в плановом техническом обслуживании или ремонте. Коэффициент готовности – вероятность того, что объект окажется в работоспособном состоянии в произвольный момент времени, кроме планируемых периодов, в течение которых применение объекта по назначению не предусматривается. Коэффициент технического использования – отношение математического ожидания интервалов времени, пребывания объекта в работоспособном состоянии за некоторый период эксплуатации к сумме математических ожиданий, интервалов времени, пребывания объекта в работоспособном состоянии, простоев, обусловленных техническим обслуживанием, и ремонтов за тот же период эксплуатации.

Любая техника и оборудование имеют сроки службы и годности. Срок службы - период, в течение которого изготовитель (исполнитель) обязуется обеспечивать потребителю возможность использования товара (работы) по назначению и нести ответственность за существенные недостатки, возникшие по его вине. Изготовитель (исполнитель) обязан устанавливать срок службы товара (работы) длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного времени могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде. Перечень таких товаров (работ) утверждается соответствующим нормативным документом. На товары (работы), предназначенные для длительного использования, не включенные в указанный перечень, изготовитель (исполнитель) вправе устанавливать срок службы [16, 29].

Изготовитель (исполнитель) должен быть заинтересован в установлении сроков службы на товары (работы), не включенные в указанный перечень. Если он не установит такой срок, то в соответствии с действующим законодательством, за вред, причиненный вследствие недостатков товара (работы), и за наличие в товаре (работе) существенных недостатков, изготовитель (исполнитель) будет нести ответственность в течение десяти лет со дня передачи товара (принятия выполненной работы) потребителю, а если день передачи товара устано-

вить невозможно, с даты изготовления товара.

Срок годности - период, по истечении которого товар (работа) считается непригодным для использования по назначению. Сроки годности устанавливаются на продукты питания, парфюмерно - косметические товары, медикаменты, товары бытовой химии и подобные товары (результаты работы), которые по истечении определенного времени могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде, либо которые в процессе хранения или использования теряют свои потребительские свойства, в результате чего становятся непригодными для использования по назначению. Перечень товаров (работ), на которые изготовитель (исполнитель) обязан устанавливать срок годности определяется нормативными документами [29].

Продажа товаров по истечении установленного срока годности, а также товара, на который должен быть установлен срок службы или срок годности, но не установлен, запрещается. Обязанность по установлению сроков службы на товары лежит на изготовителях, в том числе иностранных. Срок службы начинает течь со дня продажи. На продавце лежит обязанность по доведению до потребителя информации об установленных изготовителями сроках службы. В связи с этим продавец должен обеспечить получение такой информации от изготовителей или от организаций, продающих ему товары таких изготовителей.

В случаях, когда иностранный изготовитель находится за пределами юрисдикции Российской Федерации и товар такого изготовителя, включенный в перечень, не сопровождается информацией о сроке службы, продавец вправе реализовывать такой товар потребителям без информации о них. Однако продавец должен иметь в виду, что ответственность за вред, причиненный недостатками такого товара, наступает независимо от времени его причинения.

В отношении сроков годности действует запрет на продажу товаров без информации об указанных сроках на все товары, включая импортные. Данное требование обусловлено тем, что товар по истечении срока годности считается непригодным для использования по назначению, а срок годности начинает течь со дня изготовления. Таким образом, в момент продажи товар, на который отсутствует информация о сроках годности, уже может быть непригодным для использования по назначению.

Товар, на который установлен срок годности, продавец обязан передать покупателю с таким расчетом, чтобы он мог быть использован по назначению до истечения срока годности. Если товар вошел в перечень товаров, на которые должны быть установлены сроки годно-

сти, то независимо от того, где такой товар произведен, продавец не просто должен довести имеющуюся информацию о сроке годности до потребителя, но и передать товар до окончания срока годности.

В ряде стран действует закон, запрещающий так называемый запрограммированный износ техники. Производители не могут искусственно сокращать срок жизни бытовых приборов и прочих устройств. Для сокращения срока эксплуатации преднамеренно используются детали, вызывающие преждевременный выход приборов из строя. Техника, которая могла бы прослужить много лет, ломается намного раньше. В результате потребитель вынужден покупать новый товар. Однако правоприменение этого закона сложно, так как потребитель должен будет доказать, что техника вышла из строя действительно из-за так называемого запрограммированного износа.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значимость проблемы опасностей в современных условиях постоянно увеличивается, основное их количество относится к природным и техносферным, отрицательные последствия становятся все более масштабными. По времени реализации они непосредственно не связаны с человеком, а все большее значение приобретают отдаленные во времени последствия, связанные с ошибочной жизнедеятельностью человека.

Накопление парниковых газов привело к глобальному изменению климата, что стало причиной увеличения числа непредусмотренных аномальных и опасных гидрометеорологических явлений, природных пожаров. Увеличивается значимость опасностей, связанных с развитием техники и технологий гражданского и в особенности военного назначения. Информационное воздействие на большие группы людей с определенной направленностью, генно-инженерная деятельность, цифровые технологии, недостаточный уровень профессиональной подготовки специалистов являются отложенными во времени причинами возникновения новых, развития негативных последствий существующих опасностей и их реализации. В окружающей среде в последнее столетие шло постоянное аккумулирование негативного воздействия различного генеза, сконцентрированное по временным периодам и в пространстве. В соответствии с законом комплексного воздействия негативных факторов причиной реализации опасностей может стать фактор, который при прочих условиях не смог бы привести к нарушению устойчивости системы, обуславливающий формирование систем, обладающих новыми свойствами, имеющих значительные и зачастую непредсказуемые отличия от начального состояния количественных и качественных характеристик.

Ноксология - это комплексная научная дисциплина, изучающая все аспекты опасностей. В алгоритме управления рисками включающем технологии и технику защиты человека и окружающей среды, систему мер по минимизации ущерба при реализации опасности и ликвидацию их последствий, основополагающим является выявление опасностей, определение их значимости, прогнозирование вероятности реализации и возможного уровня ущерба.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Венская конвенция об охране озонового слоя. Заключена в г. Вене 22.03.1985. [Текст]: Конвенция вступила в силу 22.09.1988. - <http://www.consultant.ru>.

2. Рамочная конвенция об изменении климата [Текст]: Конференция по климату в Париже (СОР 21), Ле-Бурже Франция, 30 ноября - 12 декабря 2015 года. - <https://assets.documentcloud.org>.

3. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации [Текст]: Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 05.12.2016 № 646. - <http://www.consultant.ru>.

4. Стратегии государственной антинаркотической политики Российской Федерации до 2020 года [Текст]: Указ Президента Российской Федерации от 09.06.2010 № 690. (редакция от 07.12.2016 года). - <http://www.consultant.ru>.

5. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации [Текст]: Указ Президента Российской Федерации от 31.12.2015 № 683. - <http://www.consultant.ru>.

6. Стратегия повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года [Текст]: Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 29 июня 2016 № 1364-р. - <http://www.consultant.ru>.

7. Стратегия развития промышленности по обработке, утилизации и обезвреживанию отходов производства и потребления на период до 2030 года [Текст]: Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 25 января 2018 № 84-р. - <http://www.consultant.ru>.

8. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года [Текст]: Указ Президента Российской Федерации от 19.04.2017 № 176. - <http://www.consultant.ru>

9. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74 - ФЗ (редакция от 31.10.2016). - <http://www.consultant.ru>.

10. Лесной кодекс Российской Федерации от 04.12.2006 № 200 - ФЗ (редакция от 01.07.2017). - <http://www.consultant.ru>.

11. Трудовой кодекс Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 30.12.2001 № 197 - ФЗ (редакция от 01.07.2017). - <http://www.consultant.ru>.

12. Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст]: Федеральный закон от 13.06.1996 № 63 - ФЗ (ред. от 31.12.2017) (с изм. и доп., вступ. в силу с 09.01.2018). - <http://www.consultant.ru>.

13. О государственном регулировании в области генно-

инженерной деятельности [Текст]: Федеральный закон от 05.07.1996 № 86 - ФЗ (редакция от 03.07.2016). - <http://www.consultant.ru>.

14. О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции [Текст]: Федеральный закон от 22.11.1995 № 171 - ФЗ (ред. от 28.12.2017 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2018)). - <http://www.consultant.ru>.

15. О защите населения и территории от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Текст]: Федеральный закон от 21.12.1994 № 68 - ФЗ (редакция от 23.06.2016). - <http://www.consultant.ru>.

16. О защите прав потребителей [Текст]: Закон Российской Федерации от 07.02.1992 № 2300-1 (редакция от 03.07.2016 года). - <http://www.consultant.ru>

17. О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Текст]: постановление Правительства Российской Федерации от 21. 05. 2007 № 304 (в ред. постановления правительства Российской Федерации от 17.05.2011 № 376). - <http://www.consultant.ru>.

18. О наркотических средствах и психотропных веществах [Текст]: Федеральный закон от 08.01.1998 № 3 (редакция от 03.07.2016); (с изм. и доп., вступ. в силу 01.01.2017). - <http://www.consultant.ru>.

19. Об обороне [Текст]: Федеральный закон от 31.05.1996 № 61 (ред. от 29.12.2017). - <http://www.consultant.ru>.

20. Об обороте земель сельскохозяйственного назначения [Текст]: Федеральный закон от 24.07.2002 № 101 - ФЗ (редакция от 03.07.2016); (с изм. и доп., вступ. в силу с 01. 01. 2017). - <http://www.consultant.ru>.

21. Об отходах производства и потребления [Текст]: Федеральный закон от 24.06.1998 № 89 - ФЗ (редакция от 31.12.2017); (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2018). - <http://www.consultant.ru>.

22. Об охране здоровья граждан от воздействия окружающего табачного дыма и последствий потребления табака [Текст]: Федеральный закон от 23.02.2013 № 15 - ФЗ (ред. от 28.12.2016). - <http://www.consultant.ru>.

23. Об охране окружающей среды [Текст]: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7 – ФЗ (в редакции от 03.07. 2016); (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.03.2017). - <http://www.consultant.ru>.

24. Охрана атмосферного воздуха [Текст]: Федеральный закон от 04.05.1999 № 96 - ФЗ (ред. от 13.07.2015). - <http://www.consultant.ru>.

25. О мерах государственного регулирования потребления и обращения веществ, разрушающих озоновый слой [Текст]: Постановление Правительства РФ от 24.03.2014 N 228 (ред. от 03.06.2016). - <http://www.consultant.ru>.

26. О специальной оценке условий труда [Текст]: Федеральный закон от 28.12.2013 № 426 - ФЗ (ред. от 01.05.2016). - <http://www.consultant.ru>.

27. Правила охраны подземных водных объектов [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 11.02.2016 № 94. - <http://www.consultant.ru>.

28. Правила охраны поверхностных водных объектов [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 05.02.2016 № 79. - <http://www.consultant.ru>.

29. Об утверждении перечня товаров длительного пользования, в том числе комплектующих изделий (деталей, узлов, агрегатов), которые по истечении определенного периода могут представлять опасность для жизни, здоровья потребителя, причинять вред его имуществу или окружающей среде и на которые изготовитель обязан устанавливать срок службы, и перечня товаров, которые по истечении срока годности считаются непригодными для использования по назначению [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 16.06.1997 № 720. - <http://www.consultant.ru>.

30. Об утверждении методики проведения специальной оценки условий труда, классификатора вредных и (или) опасных производственных факторов, формы отчета о проведении специальной оценки условий труда и инструкции по ее заполнению [Текст]: Приказ Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 24 января 2014 № 33н (в редакции приказов Минтруда России от 20.01.2015 № 24н, от 07.09.2015 № 602н). - <http://www.consultant.ru>.

31. Об утверждении классификации водоносных горизонтов (первый, второй и иные водоносные горизонты) [Текст]: Приказ Минприроды РФ от 27.12.2016 № 679. - <http://www.consultant.ru>.

32. Классификатор вредных и (или) опасных производственных факторов. Приложение № 2 к приказу Минтруда России от 24.01.2014 года № 33н (в ред. Приказа Минтруда России от 20.01.2015 года № 24н). - <http://www.consultant.ru>.

33. Модельный закон об охране почв [Текст]: Принят на двадцать девятом пленарном заседании Межпарламентской Ассамблеи государств - участников СНГ . Постановление № 29-16 от 31.10.2007. - <http://www.consultant.ru>.

34. О чрезвычайных ситуациях в лесах, возникших вследствие

лесных пожаров (вместе с Правилами введения чрезвычайных ситуаций в лесах, возникших вследствие лесных пожаров, и взаимодействия органов государственной власти, органов местного самоуправления в условиях таких чрезвычайных ситуаций [Текст]: Постановление Правительства Российской Федерации от 17.05.2011 № 376 (редакция от 11.06.2016 года). - <http://www.consultant.ru>.

35. Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [Текст]: Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 июля 2017 № 1632-р. - <http://www.consultant.ru>.

36. ГОСТ Р 22.0.04-95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения [Текст]: Утвержден Постановлением Госстандарта РФ от 25.01.1995 № 16. Дата введения 01.01.96. - <http://docs.cntd.ru>.

37. ГОСТ 26883-86 (СТ СЭВ 5127-85) Внешние воздействующие факторы. Термины и определения. Изменение 1 от 01.04.2008. [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 29.04.86 № 1142. Дата введения 1.07 1987. - <http://www.consultant.ru>.

38. ГОСТ 16265-89 Земледелие Термины и определения [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 25.12.1989 № 4093. Дата введения 01.01.1991. - <http://docs.cntd.ru>.

39. ГОСТ 12.1.044-89 Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по управлению качеством продукции и стандартам от 12.12.89 № 3683. Дата введения 1991-01-01. <http://docs.cntd.ru>.

40. ГОСТ 53166-2008 Национальный стандарт Российской Федерации. Воздействие внешних природных условий на технические изделия. Землетрясения. [Текст]: Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 декабря 2008 г. № 605-ст. Дата введения - 2009-07-01. - <http://www.gosthelp.ru>.

41. ГОСТ Р ИСО/МЭК 31010-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Методы оценки риска [Текст]: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1.12. 2011. Дата введения 1 декабря 2012. - <http://www.consultant.ru>.

42. ГОСТ Р 51901.10-2009/ISO/TS 16732:2005 Национальный

стандарт Российской Федерации. Менеджмент риска. Процедуры управления пожарным риском на предприятии [Текст]: утвержден и введен в действие Приказом Ростехрегулирования от 15.12.2009. № 1242-ст. - <http://www.consultant.ru>.

43. ГОСТ Р 56104-2014 Национальный стандарт Российской Федерации. Продукты пищевые органические. Термины и определения. [Текст]: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 .09.2014. № 1068-ст. Дата введения 01 марта 2015. <http://docs.cntd.ru>.

44. ГОСТ Р 56508-2015 Национальный стандарт Российской Федерации. Продукция органического производства. Правила производства, хранения, транспортирования [Текст]: утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30. 06. 2015. № 844-ст. Дата введения 01.01. 2016. - <http://docs.cntd.ru>.

45. ГОСТ 17.2.1.04-77 Охрана природы. Атмосфера источники и метеорологические факторы загрязнения, промышленные выбросы. Термины и определения [Текст]: Утвержден Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 28 июня 1977 № 1611. Дата ведения с 01.07.78. - <http://docs.cntd.ru>.

46. ГОСТ 17.1.3.08-82 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Правила контроля качества морских вод [Текст]: Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 19 марта 1982 № 1116. Дата введения с 01.01.83. - <http://docs.cntd.ru>.

47. ГОСТ 17.1.3.06-82 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод [Текст]: Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25 марта 1982 г. № 1244 Дата введения 01.01.83. - <http://docs.cntd.ru>.

48. ГОСТ 20432-83 Удобрения. Термины и определения (с Изменением N 1) [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 13.07.83 N 3110 Дата введения 01.07.1984. - <http://docs.cntd.ru>.

49. ГОСТ 17.4.3.04-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Общие требования к контролю и охране от загрязнения. [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 17.12. 1985. № 4046. Дата введения 01.07.86. - <http://docs.cntd.ru>.

50. ГОСТ 17.1.3.13-86 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения [Текст]: Утвержден Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 25 июня 1986 № 1790. Дата введения 01.07.86.

- <http://docs.cntd.ru>.

51. ГОСТ 27593-88 Почвы. Термины и определения [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 23.02.88 № 326 Дата введения 01. 07. 1988. - <http://docs.cntd.ru>.

52. ГОСТ 12.1.007-76. Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности [Текст]: утвержден Постановлением Госстандарта СССР от 10.03.1976. № 579. Изменение 2, утверждено Постановлением Госстандарта СССР от 28.03.1990. № 625, введено в действие 1 января 1991 года. - <http://www.consultant.ru>.

53. ГОСТ Р 12.0.010-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Системы управления охраной труда. Определение опасностей и оценка рисков [Текст]: Утвержден и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 10 декабря 2009 г. N 680-ст Дата введения 2011-01-01. - <http://docs.cntd.ru>.

54. ГОСТ 12.2.061-81. Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам. [Текст]: Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 11.11.1981 № 4883. Дата введения 1.07 1982. - <http://www.consultant.ru>.

55. Еврокод. Воздействия на конструкции. Ч. 1-7. Общие воздействия. Особые воздействия [Текст]: Утвержден и введен в действие приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 10 декабря 2009 г. № 404. Минск, 2010.

56. Методика тушения ландшафтных пожаров [Текст]: Утверждена МЧС России. Приказ № 2-4-87-32-ЛБ 14 сентября 2015. - <http://www.consultant.ru>.

57. РД 52.04.667-2005 Руководящий документ. Документы о состоянии загрязнения атмосферы в городах для информирования государственных органов, общественности и населения. общие требования к разработке, построению, изложению и содержанию [Текст]: Утвержден заместителем руководителя Росгидромета и введен в действие 01. 02. 2006. - <http://www.consultant.ru>.

58. РД 52.24.635-2002 Руководящий документ. Методические указания. Проведение наблюдений за токсическим загрязнением донных отложений в пресноводных экосистемах на основе биотестирования [Текст]: Утвержден заместителем руководителя Росгидромета 16.05.2002 и введен в действие 22.05.2002. - <http://www.consultant.ru>.

59. РД 52.24.309-2011 Руководящий документ. Организация и

проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши [Текст]: Утвержден Росгидрометом 25.10.2011. Дата введения 01.06.2012. - <http://www.consultant.ru>.

60. РД 52.18.718-2008 Руководящий документ. Организация и порядок проведения наблюдений за загрязнением почв токсикантами промышленного происхождения [Текст]: Утвержден заместителем руководителя Росгидромета 23.12.2008. и введен в действие 10. 02. 2009. - <http://www.consultant.ru>.

61. Руководство Р2.2.2006-05 Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Текст]: Утвержден главным государственным санитарным врачом РФ 29.07.2005. - <http://www.consultant.ru>.

62. СанПиН 2.1.7.1287-03 (вместе с СанПиН 2.1.7.1287-03. 2.1.7.) Почва, очистка населенных мест, бытовые и промышленные отходы, санитарная охрана почвы. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Текст]: Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 17.04.2003 № 53 (ред. от 25.04.2007). Утверждено Главным государственным санитарным врачом РФ 16.04.2003) - <http://www.consultant.ru>.

63. СанПиН 2.1.5.2582-10 Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы [Текст]: Утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 27.02.2010 № 15. - <http://www.consultant.ru>.

64. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Текст]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123 (ред. от 29.07.2017). - <http://www.consultant.ru>.

65. Ежегодник. Качество поверхностных вод Российской Федерации за 2015 год [Текст]: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Ростов н/Д, 2016. 515 с.

66. Ежегодник. Состояние загрязнения атмосферы в городах на территории России за 2015 год [Текст]: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (росгидромет). Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова». СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2016. 255 с.

67. Байдакова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Основы безопасности жизнедеятельности. Ч. I. [Текст]. Химки: АГЗ МЧС России. 141 с.

68. Байдакова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Опасности техносферы и их влияние на человека и окружающую среду. Ч. II. [Текст]. Химки: АГЗ МЧС России. 176 с.
69. Байдакова Н.В. Безопасность жизнедеятельности. Защита от опасностей техносферы. Ч. III. [Текст]. Химки: АГЗ МЧС России. 231 с.
70. Ноксология [Текст] / Е.Е. Барышев, А.А. Волкова, Г.В. Тягунов, В.Г. Шишкунов; под общ. ред. Е.Е. Барышева. Екатеринбург, 2014. 160 с.
71. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) [Текст]. 2-е изд., испр. и доп. М.: Изд-во Юрайт; ИД Юрайт, 2011. 680 с.
72. Белов С.В., Симакова Е.Н. Ноксология [Текст]. М.: Юрайт, 2013. 431 с.
73. Богоявленский С.Б. Управление риском в социально-экономических системах. СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2010. 147 с.
74. Гражданская защита. Энциклопедия в 4-х томах [Текст] / под общ. ред. В.А. Пучкова. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. <http://www.mchs.gov.ru>.
75. Государственный доклад. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2016 году [Текст]. М.: Минприроды России; НИИ-Природа. 2017. 760 с.
76. Денисов В.В. Промышленная экология [Текст]. Ростов н/Д.: Феникс, 2013. 623 с.
77. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / Н.Г. Занько, К.Р. Малаян, О.Н. Русак; под ред. О.Н. Русака. СПб.: Изд-во «Лань», 2010. 672 с.
78. Ефремов, С.В. Ноксология. [Текст]. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2012. 250 с.
79. Воздействие пожаров на компоненты экосистем среднетаежных сосняков Сибири [Текст] / Г.А.Иванова, С.Г. Конрад, Д.Д. Макарас и др. Новосибирск: Наука, 2014. 232 с.
80. Ковалев Б.И. Инновационная организация хозяйства в лесных экосистемах [Текст]. Брянск: Изд-во БГИТА, 2013. 218 с.
81. Ковалев Б.И., Ковалев Р.Б. Зонирование территории растительных экосистем, используемых для инфраструктурного воздействия [Текст] // Проблемы инновационного биосферно-совместимого социально-экономического развития в строительном, жилищно-коммунальном и дорожном комплексах: материалы 4-й междунар. научно-практич. конф. Т.2. Брянск: Изд-во БГИТУ, 2015. С. 76-80.
82. Ковалев Б.И. Лесная пирология [Текст]. Брянск: Изд-во БГИТА, 2013. 200 с.

83. Ковалев Б.И. Пожарная безопасность и пирогенный мониторинг при использовании лесов [Текст]. Брянск: Изд-во БГИТА, 2015. 252 с.

84. Ковалев Б.И., Ковалев Р.Б. Пожарная опасность растительных горючих материалов, взаимная модификация техносферных и природных пожаров [Текст] // Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении, лесном хозяйстве и экологии: доклады VI Всероссийской конференции с международным участием (20-22 апреля 2016 г.). М.: Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов, 2016. С. 28-32.

85. Ковалев Б.И., Ковалев Р.Б. Состояние и использование лесных экосистем на бывших сельскохозяйственных землях [Текст] // Сохранение лесных экосистем: проблемы и пути их решения: материалы Всероссийской научно-практической конференции (15–19 мая 2017 г.) / под ред. Н.П. Савиных, О.Н. Пересторониной, Е.А. Домниной, С.В. Шабалкиной, М.Н. Шаклеиной. Киров: Изд-во «Радуга-ПРЕСС», 2017. С. 61-66.

86. Ковалев Б.И. Эмерджентность пирогенных лесных экосистем [Текст] // Актуальные проблемы системы лесопользования, ландшафтной архитектуре: материалы международной науч.-практ. конф. 8-9 апреля 2015 г. Брянск: Изд-во БГИТА, 2015. С.43-47.

87. Ковалев Б.И., Ковалев Р.Б. Экологическая безопасность [Текст]. Брянск: Изд-во БГАУ, 2016. 232 с.

88. Ковалев Р.Б., Ковалев Б.И. Биосферная совместимость растительных экосистем и техносферы [Текст] // Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: материалы II Всероссийской науч.-практ. конф. 17–18 ноября 2016 г. Волгоград, 2016. С. 49 -53.

89. Кузнецов М.С., Глазунов Г.П. Эрозия и охрана почв. М.: Изд-во МГУ, 1996. 335 с.

90. Михайлов В.Н., Добровольский А.Д., Добролюбов С.А. Гидрология [Текст]. М.: Высш. шк., 2007. 463 с.

91. Михнюк, Т.Ф. Охрана труда и основы экологии [Текст] / Т. Ф. Михнюк. - Минск : Выш. школа. 2007.- 356 с.

92. Орлов И.Б. Сетевые войны - угроза национальной безопасности [Текст] // Национальная безопасность: научное и государственное управленческое содержание: материалы Всеросс. науч. конф. 4 дек. М.: Центр пробл. анал. и гос.-упр.проект, 2009. С. 86-97.

93. Пучков В.А. Гражданская оборона [Текст] / под общ. ред. В.А. Пучкова; МЧС России. М.: ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. 638 с.

94. Пожарная безопасность [Текст] / В.А. Пучков, Ш.Ш. Даги-

ров, А.В. Гафонов и др.; под общ. ред. В.А. Пучкова. М.: Академия ГПС МЧС России, 2014. 877 с.

95. Пфайффер Е.Э. Плодородие Земли, его поддержание и обновление [Текст]. М., 1994. 304 с.

96. Рейхов, Ю.Н., Лебедев А.Ю., Тугушов К.В. Предупреждение чрезвычайных ситуаций [Текст] / ФГБОУ ВПО «Академия гражданской защиты МЧС России». Химки, 2014. 395 с.

97. Сычев Ю.Н. Безопасность жизнедеятельности [Текст]. М., 2005. 226 с.

98. Улицкий В.М., Лисюк М.Б. Оценка риска и обеспечение безопасности в строительстве [Текст] // Реконструкция городов и геотехническое строительство. 2002. № 5.

99. Фанина Е.А. Ноксология. Опасности природного характера: учеб. пособие [Текст]. Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. 203 с.

100. Физиология человека и животных [Электронный учебник]. Общая физиология сенсорных систем. [http://www.bio.bsu.by/phha/18/18\\_text.html](http://www.bio.bsu.by/phha/18/18_text.html)

101. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология: учебник. - 7-е изд. [Текст]. М.: Изд-во Наука, 2006. 582 с.

102. Официальный сайт. Министерство обороны Российской Федерации (Минобороны России). - Режим доступа. <http://www.mil.ru>

103. Официальный сайт. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации (Минприроды России). - Режим доступа. <http://www.mnr.gov.ru>

104. Официальный сайт. Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (МЧС России). - Режим доступа. <http://www.mchs.gov.ru>

105. Официальный сайт. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Минсельхоз России). - Режим доступа. <http://www.mcx.ru>

106. Официальный сайт. Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз). - Режим доступа. <http://www.rosleshoz.gov.ru>.

Учебное издание

КОВАЛЕВ Борис Ионович  
КОВАЛЕВ Роман Борисович

# НОКСОЛОГИЯ



Редактор Лебедева Е.М.

---

Подписано к печати 14.03.2018 г. Формат 60x84. 1/16.

Бумага печатная Усл.п.л. 21,55. Тираж 550 экз. Изд. № 5565.

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ